<36642389400018
<36642389400018
Bayer. Staatsbibliothek

Populäre Naturgeschichte der drei Reiche.

Von

F. S. Beudant, Milne-Edwards, A. v. Jussieu.

Vollständig in zwölf Bänden
mit mehr als tausend getreuen Abbildungen.

Neunter Band:
Botanik. Erster Theil.

Aus dem Französischen übersetzt,
und herausgegeben von der „Gesellschaft zur Verbreitung guter und wohlfeiler Bücher.“

Durch den Königl. Rath für öffentlichen Unterricht in Frankreich eingeführt.

Stuttgart, 1844.
Verlag von Scheible, Rieger & Sattler.
(Preis pro Band 18 kr. oder 4½ ggr.)

Gymnasial-Bibliothek Freising

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Die

Botanik.

Von

Adrian v. Jussien,
Mitglied des Instituts, Professor am naturhistorischen Museum,
Rath der wissenschaftlichen Fakultät von Paris u. s. w.

Vollständig in vier Bänden.

Erster Band.

Aus dem Französischen
von
Professor G. Kißling.

Stuttgart:
Scheible, Rieger & Sattler.
1844.

Botanik.

§. 1. Die Botanik ist die Wissenschaft, welche von den Pflanzen handelt.

In den vorläufigen Begriffen, welche zu Anfang der Zoologie gegeben worden sind, hat man die Hauptmerkmale, wodurch sich die Pflanzen von den Thieren unterscheiden, angegeben, und aus ihrer Vergleichung eine allgemeine Definition für beide abgeleitet. Wir wollen sie hier ganz kurz wiederholen: Die Thiere sind Körper, welche Nahrung zu sich nehmen, sich fortpflanzen, empfinden und sich bewegen. Die Pflanzen sind Körper, die sich ernähren und sich fortpflanzen können, aber weder empfinden, noch sich willkürlich bewegen. Eine strengere Definition der Pflanze möchte wohl zu Anfang dieses Buches nicht recht verstanden werden; sie soll aus allen Begriffen, welche in demselben entwickelt werden, hervorgehen und ihnen gewissermaßen zum Schlusse dienen.

Mit dem Worte Pflanze verbindet man im Allgemeinen die Vorstellung eines Baumes oder eines Krautes, und wir können uns im Anfange mit diesem alltäglichen Begriffe begnügen. Diese Pflanze hat gewöhnlich Wurzeln, einen Stamm und Aeste, Blätter, Blüten und später Früchte und Samen. Dies weiß nun Jedermann, und diejenigen, welche sich etwas weniger oberflächlich mit derselben abgegeben haben, wissen überdies noch, daß diese Theile, die Blüten zum Beispiele, selbst wieder aus mehreren kleineren Theilen bestehen.

Wenn man nun auch diese zerlegt und sodann durch eine Reihe immer genauerer Zerlegungen auch diejenige in noch kleinere Theile zu theilen sucht, zu welchen man bereits gelangt ist, so kommt man endlich auf solche Theile, welche sich durchaus nicht mehr zerlegen lassen. Man muß sie als die Elemente des Körpers betrachten, den man untersucht, und man gibt ihnen den Namen Elementarorgane oder einfache Organe. Die Theile, welche aus der Vereinigung dieser einfachen Organe entspringen, selbst wieder ein deutlich begränztes Ganzes bilden und zu Verrichtung irgend einer Lebensthätigkeit, irgend eines Dienstes beitragen, werden zusammengesetzte Organe genannt.

Elementarorgane oder einfache Organe.

§. 2. Die einfachen Organe, als das letzte Glied unserer Analyse, dürfen aber nicht als solche schlechterdings angenommen werden, da sich ja unser Geist keinen Körper ohne Theile denken kann. Wir müssen aber bei der Gränze stehen bleiben, jenseits welcher uns unsere Sinne, wenn sie auch mit den kräftigsten Hülfsmitteln der Wissenschaft und der Kunst unterstützt werden, nichts Deutliches und Zuverlässiges mehr zeigen, und wo das Gebiet der Hypothesen anfängt. Diese Gränze ist ohnedies schon durch die Vervollkommnung der Methoden und der Beobachtungswerkzeuge, besonders des Mikroskops, sehr weit hinausgerückt worden. *

* Ohne Beihülfe des Mikroskops können die Theile, mit denen wir uns gleich anfangs zu beschäftigen haben, nicht recht deutlich gesehen werden, und wir bedauern es daher recht lebhaft, daß die ersten Begriffe, die wir zu geben haben, nicht von den unbewaffneten Augen der Zöglinge untersucht werden können. Es ist also unbedingt nothwendig, daß der Lehrer, der mit dem Gebrauche der Instrumente und der Beschaffenheit der Gewebe vertraut ist, ihnen die vorzüglich-

Wenn man vermittelst derselben irgend einen Theil einer Pflanze untersucht, so sieht man, daß er, wenn man auf den höchsten Grad der Theilung gekommen ist, aus einer Menge von Höhlen von verschiedener Gestalt und Größe besteht. Die einen umgibt eine Wand, die ihnen, wie z. B. ein Sack, eigenthümlich ist; die andern sind nur die Zwischenräume der erstern, die leeren Räume, welche diese neben einander liegenden Säcke überall da zwischen sich bilden, wo sich ihre Wände nicht unmittelbar berühren.

Man kann die Gestalt, welche diese Säcke oder Höhlen mit eigenen Wänden annehmen, auf drei Hauptmodifikationen zurückführen. Bald sind sie nach allen Richtungen hin fast ganz gleich ausgedehnt, oder sie haben wenigstens keine Richtung, nach welcher hin sie sich mehr verlängern, als nach einer andern. Die Säckchen, welche diese Gestalt annehmen, werden Zellen genannt (Fig. 1).

Fig. 1.

Bald verlängern sie sich in einer Richtung, nach welcher ihr Durchmesser den Querdurchmesser einige Male enthält. Sie laufen alsdann in den meisten Fällen an ihren beiden Enden spitzig zu; sind sie kurz, so gleichen sie der Gestalt nach einer Spindel, was auch Dutrochet veranlaßte, sie Clostres (von dem griechischen Worte κλωστηρ, Hohlziegel) zu nennen (Fig. 2). Sind sie länger, so sind es Röhren, die an ihren beiden Endpunkten in eine Spitze auslaufen. Da diese den größten Theil des Holzes bilden und man ihnen in diesem Falle gewöhnlich den Namen Holzfasern gibt, so wollen wir sie auch mit dem Gattungsnamen Fasern bezeichnen (Fig. 3).

sten Modifikationen derselben unter dem Mikroskope zeige, und sie zu gleicher Zeit von dem, was sie sehen, Rechenschaft ablegen lasse. Darum haben wir auch immer so viel als möglich unsere Beispiele aus den alltäglichen Pflanzen, die man sich leicht verschaffen kann, genommen.

2. 3. 4.

Endlich können diese Säckchen auch in Gestalt von ziemlich langen Röhren vorkommen, so daß ihre beiden Endpunkte sehr weit von einander abstehen und daß das Auge in dem Gesichtsfelde eines Mikroskops höchstens nur einen auf einmal wahrnehmen kann. Man nennt sie alsdann Gefäße (Fig. 4).

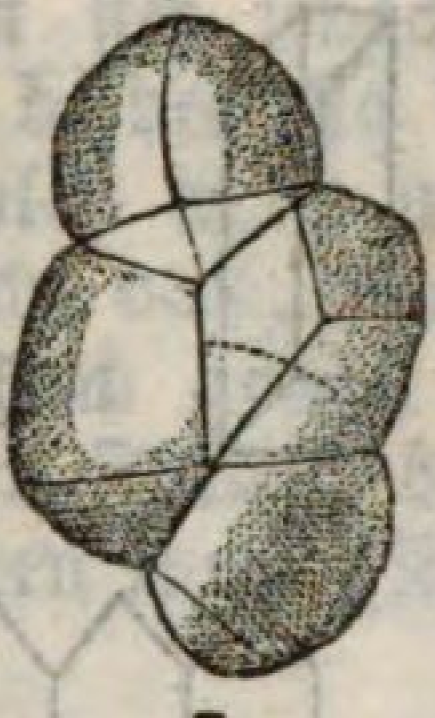
Unter diesen drei Abstufungen, Zellen, Fasern, Gefäßen, finden keine scharfgezogenen Gränzen statt. Die Fasern können sich hinlänglich verkürzen, um den Namen Zellen zu erhalten, oder sich hinlänglich verlängern, um Gefäße zu heißen; eine Verwirrung, die übrigens keine großen Nachtheile mit sich führt, da wir ja im Grunde immer nur mit einer und derselben nur verschieden modificirten Klasse von Organen zu thun haben. Wir wollen jetzt nach der Reihe jede von diesen Formen und die Nebenmodifikationen, deren jede selbst wieder fähig ist, genau untersuchen.

Zellen.

§. 3. Wenn die Zellen nicht aneinander gepreßt sind und sich in ihrem ganzen Umfange auf eine gleiche Weise entwickeln, ohne nach irgend einer Richtung hin auf ein Hinderniß zu stoßen, das sie in ihrer Entwicklung hindert (Fig. 8), so ist ihre Oberfläche gekrümmt, und sie erhält die Gestalt einer Kugel (Fig. 5) oder eines Ellipsoids (Fig. 6). Stoßen sie hingegen bei ihrer Entwicklung aufeinander und drücken sie sich gegenseitig, so platten sich die auf diese Weise in Berührung gebrachten Flächen ab und nehmen die Gestalt eines vieleckigen Körpers, eines Polyeders, an (Fig. 7). In diesem Falle hat ihnen ihr äußeres

5.

6.

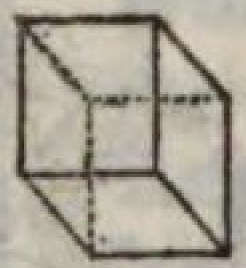


7.

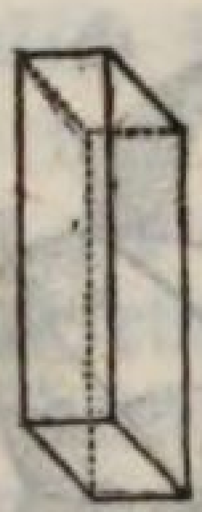
8.

Aussehen, das an die Zellen in einem Bienenkorbe erinnert (Fig. 14 u. 15), den Namen Zellen verschafft. Das Gewebe, das aus ihrer Vereinigung entsteht, wird Zellgewebe oder Parenchym genannt. Einige Schriftsteller waren der Meinung, daß man diesen letztern Namen dem dichten Gewebe, bei welchem die Zellen die winklige oder polyedrische Gestalt (Fig. 7) haben, geben, und das lockere Gewebe, das durch die Vereinigung der sphärischen oder ellipsoidförmigen Zellen entstanden ist, Merenchym heißen solle (Fig. 8).

Die gewöhnlichsten Formen der polyedrischen Zellen sind folgende: 1) Der Kubus oder der Würfel (Fig. 9). 2) die prismatische, vierflachige Säule, bei welcher die Höhe die andern Dimensionen übersteigt (Fig. 10). 3) die tafelförmige Gestalt, d. h. die Gestalt eines Prisma, dessen Höhe den andern Dimensionen nicht gleichkommt (Fig. 11); 4) das Dodecaeder (Fig. 12 u. 13). Ohne die Zellen einzeln oder isolirt dargestellt zu sehen, kann man bis auf einen gewissen Punkt hin ihre Gestalt durch eine vergleichende Betrachtung ihrer Horizontal- und Vertikaldurchschnitte errathen. Bedarf es einer Erklärung, warum die kubischen Zellen, die entweder horizontal oder vertikal geschnitten werden, immer gleiche Quadrate geben, warum das Dodecaeder (Fig. 12 u. 13) nach einer Richtung hin ein Quadrat und nach der entgegengesetzten ein Sechseck gibt (Fig. 14 u. 15) 2c. 2c.?

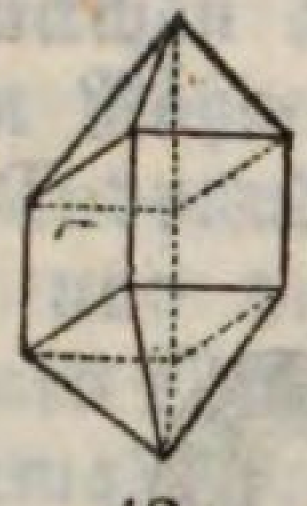


9.

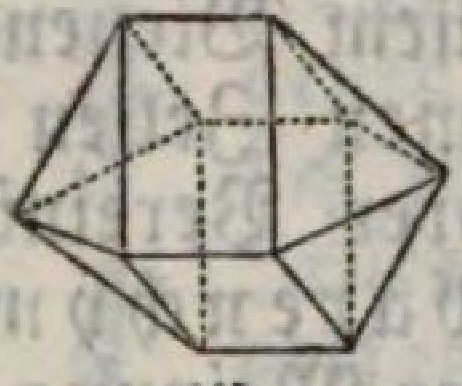


10.

11.

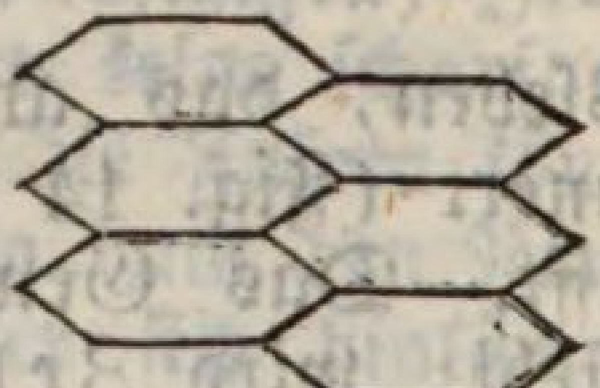


12.



13.

14.



15.

Man darf übrigens nicht glauben, daß diese Figuren die strenge Regelmäßigkeit der geometrischen Figuren besitzen, mit denen man sie vergleicht. Da fehlt im Allgemeinen viel dazu. Die Winkel stumpfen sich ab; die Seiten eines und desselben Quadrats sind nicht vollkommen gleich, die Linien sind nicht ganz gerade, daher rührt es auch zum Theil, daß, weil man eine Regelmäßigkeit, die sich nicht in der Natur vorfindet, darstellte, die meisten Figuren der Pflanzenanatomie, die ehemals herausgegeben wurden, durchaus keine Aehnlichkeit haben.

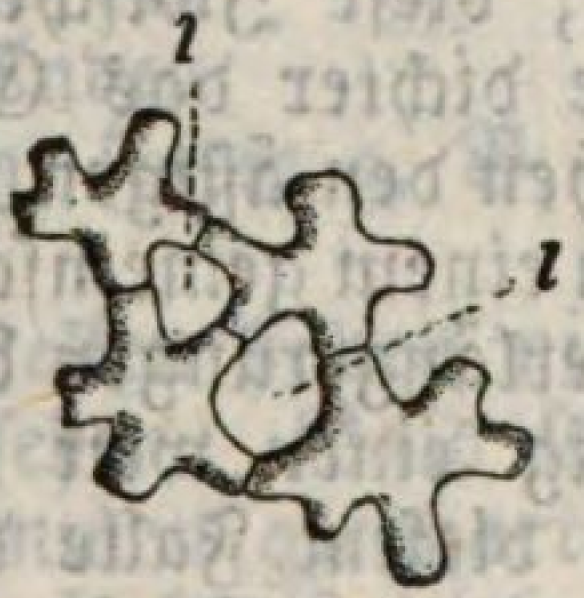
Die Zellen können auch an einem Theile ihrer Oberfläche gekrümmt und an dem andern eben sein. Diese Verbindung kann sich mit Regelmäßigkeit vereinen; z. B. in der Gestalt eines cylindrischen Säulenstücks (Fig. 16, a), einer Tonne (b).

Sie können endlich auch ästig sein, d. h. sie können sich zu gleicher Zeit an mehreren Punkten ihrer Oberfläche und in verschiedenen Richtungen verlängern. Am Ende dieser Verlängerungen stoßen alsdann die Zellen gewöhnlich aneinander und meistens sind sie auch sehr unregelmäßig (Fig. 17). Ein gewisser Grad

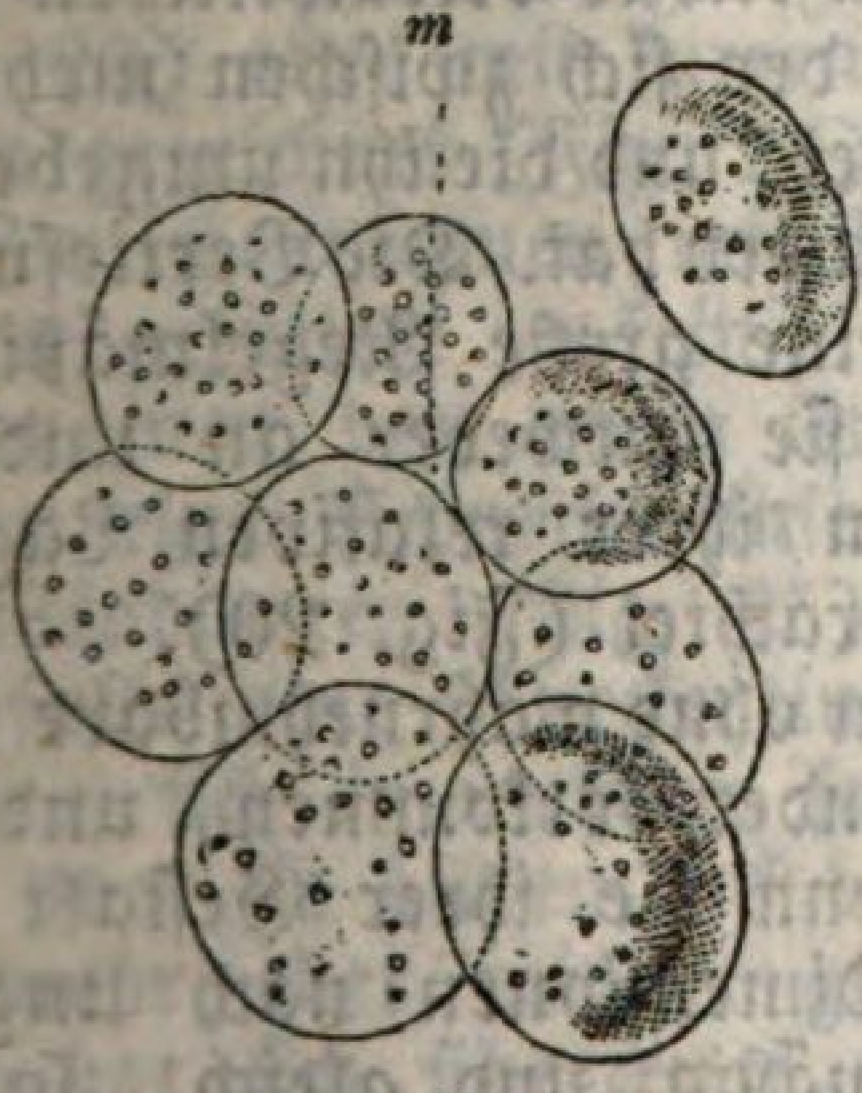
von Regelmäßigkeit kann sich jedoch mit dieser Modifikation vereinigen; so bilden sie bisweilen Sterne, Stücke ausgekehlter Säulen u. s. w.

§. 4. Es ist begreiflich, daß, wenn bei den dichten Geweben die Zellen dadurch genau aneinander schließen, daß sie sich in ebenen Flächen berühren, zwischen ihnen keine Leere stattfinden kann (Fig. 7 u. 19). Bei

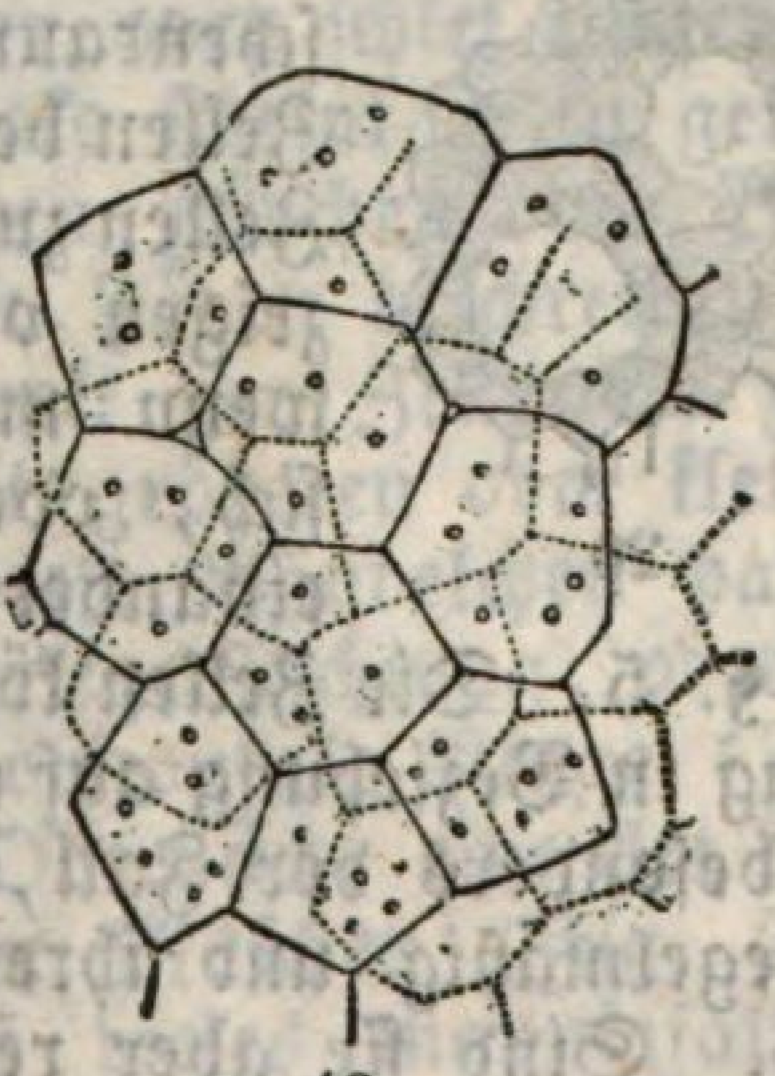
16.



17.



18.



19.

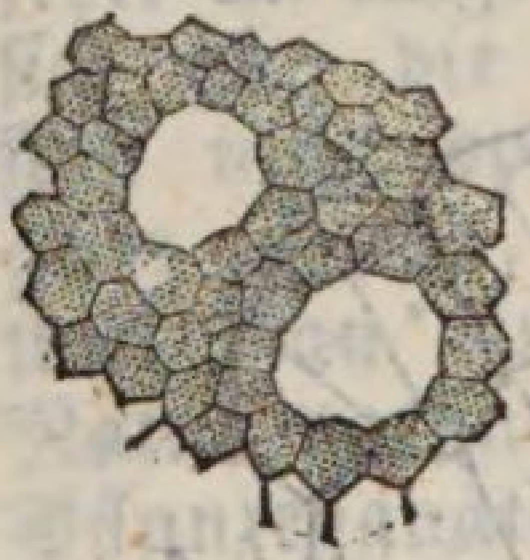
17. Aestige Zellen an der Gartenbohne (Vicia faba); — *l l* Vertiefungen.

18. Lockeres Zellgewebe oder Merenchym an einem jungen Hauswurzblatte (Sempervivum tectorum); — *m* Zwischenzellengänge.

19. Zellgewebe des Holundermarks (Sambucus nigra). Die Zellen sind punktirt wie in der vorhergehenden Figur.

den lockern Geweben hingegen müssen da, wo sich ihre gekrümmten Oberflächen nur in einer kleinen Anzahl von Punkten berühren, mehr oder minder bedeutende Zwischenräume zwischen ihnen vorkommen (Fig. 8 u. 18); man nennt diese Zwischenräume Zwischenzellengänge (Fig. 18, m). Sie finden sich übrigens in den meisten Geweben, weil die Zusammenfügung der Theile wegen jenes geringen Grades von Unregelmäßigkeit, den wir als eine allgemeine Erscheinung kennen gelernt haben, nicht vollkommen genau ist; diese Zwischenräume sind aber um so geringer, je dichter das Gewebe ist.

Zwischen den ästigen Zellen, die sich an den Enden ihrer, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausgehenden Verlängerungen berühren, nehmen diese Gänge nothwendig einen weit größeren Raum ein und erhalten in diesem Falle den Namen Vertiefungen (Fig. 17, l l). Diesen Namen gibt man im Allgemeinen jedem etwas beträchtlichen Zwischenraume, der sich zwischen mehreren Zellen befindet, und die ihn umgebenden Zellen zu Wänden hat. Die Vertiefungen zeigen oft eine große Regelmäßigkeit, wenn man sie entweder an und für sich, oder in ihrer relativen Lage zu einander betrachtet (Fig. 20).



20.

§. 5. Die Zellen können ohne wahrnehmbare Ordnung in Beziehung auf einander vorkommen, und dies ist besonders der Fall, wenn sie ihrer Gestalt nach unregelmäßig und ihren Dimensionen nach ungleich sind. Sind sie aber regelmäßig und gleich, so läßt sich auch eine gewisse Regelmäßigkeit in ihrer Zusammenstellung wahrnehmen, und man sieht sie oft hinter einander in geradlinigten, entweder horizontalen oder vertikalen Reihen liegen. Die Zellen

20. Vertiefungen in dem Gewebe des Wasserhahnenfußes (Ranunculus aquatilis).

zweier benachbarten, einander berührenden Reihen können alsdann entgegengesetzt, d. h. von gleicher Höhe (Fig. 21) oder auch wohl wechselsweise stehend, d. h. von verschiedener Höhe sein, so daß die Mitte der Zellen einer Reihe fast immer auf die Endflächen der Zellen der benachbarten Reihen fällt (Fig. 22). Diese letztere Zusammenfügung findet fast nothwendigerweise statt, wenn sie in der Mitte weiter als an ihren Enden sind; bei der dodecaedrischen Form z. B. (Fig. 14 und 15).

21. 22.

§. 6. Die Wände der Zellen haben nicht immer das nämliche äußerliche Ansehen. Bald scheinen sie aus einer glatten und vollkommen gleichartigen Haut gebildet zu sein (Fig. 5, 6), bald ist diese Haut mit einer mehr oder weniger großen Anzahl kleiner Punkte (Fig. 23) oder mit kurzen quer oder schief laufenden Linien gezeichnet (Fig. 24), bald scheint sie in gewissen Zwischenräumen mit kleinen Fädchen oder Bändelchen gefüttert zu sein; diese Fäden beschreiben im Allgemeinen von einen Endpunkt der Zelle bis zum andern eine Schneckenlinie mit größeren oder kleineren Windungen (Fig. 25); diese Bändelchen haben gleichfalls eine schneckenlinienartige Richtung, oder sie trennen sich in mehrere fast horizontale Ringe (Fig. 26), oder sie bilden auf der Oberfläche eine Art Netz mit mehr oder minder großen Maschen (Fig. 27). Man hat sich überzeugt, daß dieses mannigfaltige Aussehen nicht in allen Fällen verschiedene Zellen kennbar mache, sondern daß eine und dieselbe Zelle nach der Reihe diese verschiedenartige Gestalt nach der Zeit, in welcher man sie untersucht, zeigen könne. Es ist also nothwendig, ihrer Entwicklung aufmerksam zu folgen, damit man sich von diesem mannigfaltigen

23.

24.

25.

26.

27.

Aussehen und von der Ursache, welche dasselbe bewirkt, gehörig Rechenschaft geben kann.

Diese Untersuchung zeigt uns nun, daß die Zelle in dem Augenblicke, wo wir sie als ein deutliches Organ wahrzunehmen anfangen, ein Säckchen ist, das aus einer einfachen, vollkommen an einander hängenden und gleichartigen Haut besteht, deren anfangs weiche und feuchte Substanz nach und nach trocken und hart wird. In diesem Zustande kann sie bleiben, indem sie bloß ihre Form und Volumen verändert. Ein andermal aber zu einer gewissen spätern Zeit bildet sich auf der ganzen innern Fläche des Säckchens eine zweite Haut. Diese neue Haut scheint in ihrer Entwicklungsmethode mit der ersten nicht identisch zu sein; denn anstatt sich in ein vollkommen an einander hängendes, dem erstern entsprechendes Gewebe auszubreiten, zerreißt es an verschiedenen Punkten, weil vielleicht das innere Säckchen, das jünger und weicher, als das äußere ist, ihm nicht immer schnell genug in seiner Entwicklung folgen kann. An diesen Punkten wird das erste von dem zweiten nicht gefüttert und daher entspringt diese Ungleichheit in der Dicke an verschiedenen Stellen der Oberfläche. Man könnte auch annehmen, daß die so ausgespannte innere Haut in eine große Menge von Punkten zerrissen werde,

23 und 24. Punktirte und gestreifte Zellen von dem Gewebe des Hollunders (Sambucus nigra).

25, 26 und 27. Schneckenlinienförmige, ringförmige und netzförmige Zellen aus dem Gewebe der Mistel (Viscum album).

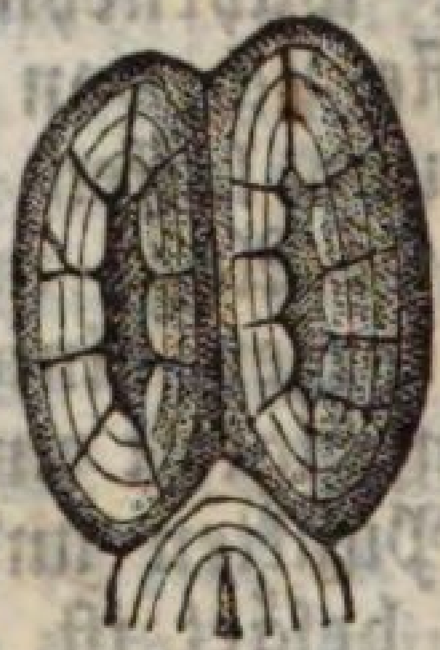
und auf diese Weise zu den Punktirungen Veranlassung gebe, die man auf vielen Zellen bemerkt; in den meisten Fällen scheint aber eine bewundernswerthe Regelmäßigkeit bei dem Zerreißen des Zusammenhangs der innern Hülle, die sich von den untern nach dem obern Theil der Zelle als ein spiralförmiger Faden oder Streifen abrollt, obzuwalten. Wenn die Windundungen dieser Schneckenlinie durch einen wahrnehmbaren Zwischenraum von einander getrennt sind, so bekommt man zwei parallele Spiralstreifen, den einen, wo die äußere Haut von der innern gefüttert ist, den anderen, wo sie ganz frei von derselben ist. Legen sich die Windungen ganz scharf an einander, so zeigt ihren Zwischenraum ein außerordentlich feiner, oft gar nicht mehr wahrnehmbarer Streifen an. Oft aber entfernen sie sich von Weite zu Weite ein wenig von einander, und lassen die äußere Haut in Räumen frei, die für unser Auge nur die Größe eines Punktes oder einer sehr kurzen Linie haben. Daher rührt vielleicht die Regelmäßigkeit und die Richtung, die man so oft an diesen Punkten und Linien wahrnimmt, womit die Zelle ganz besäet ist. Die ringförmigen oder netzförmigen Streifen scheinen eine ähnliche Erklärung zuzulassen, welche wir aber auf die Erklärung der Gefäße verschieben, wo diese Erscheinung, wegen des größeren Maßstabes, mit welchem wir sie beobachten können, weniger dunkel bleiben wird.

Die Dicke der Zellwände kann sich nach und nach durch die Bildung eines dritten Säckchens, das sich im Innern des zweiten, eines vierten, das sich im Innern des dritten absetzt u. s. w., vergrößern. Wenn es sich ereignete, daß sich das dritte nicht genau nach dem zweiten abformte, sondern die Zwischenräume bedeckte, wo dieses die erste Haut entblößt gelassen hatte, so ist es begreiflich, daß es in diesen Zwischenräumen wahrgenommen werden könnte, während es an allen anderen Stellen, wo jene Haut schon

gefüttert wäre, verborgen bleiben müßte. Einige Schriftsteller haben auf diese Weise das gewißermaßen zusammengesetzte Aussehen gewisser Zellen, z. B. derjenigen erklärt, auf welchen sich ein Netz bildet, dessen Flächen punktirt sind. Das Netz würde in diesem Falle von der zweiten Haut, die Punktirungen von der dritten herrühren.

Gewöhnlich gibt aber die zweite Haut die Form für diejenigen ab, welche sich der Reihe nach im Innern entwickeln; sie richten sich in allen ihren Umrissen nach derselben und unterbrechen sich an denselben Stellen. Davon kann man sich durch den Quer= (Fig. 28) oder Längenschnitt (Fig. 29) von Zellen überzeugen, die aus einer gewissen Menge über einander liegender

28.



29.

Schichten bestehen. Auf diese Weise sieht man ganz deutlich mehrere Kreise, die um eine Höhlung in der Mitte concentrisch gehen, und diese Höhlung ist um so kleiner, je größer die Zahl der gelagerten Schichten ist; aus dieser Höhlung laufen nach der Quere kleine Kanäle, die bloß an der äußeren Haut anhalten, und dem Zerreißen des Zusammenhangs der secundären Häute entsprechen. Würden sie sich nicht genan nach einander formen, so könnten ihre Gänge nicht so mit einander zusammentreffen, daß sie diese fortlaufenden Kanäle bilden können.

28. Querschnitt der Zellen in dem Fleische einer Birne.
29. Längenschnitt derselben.

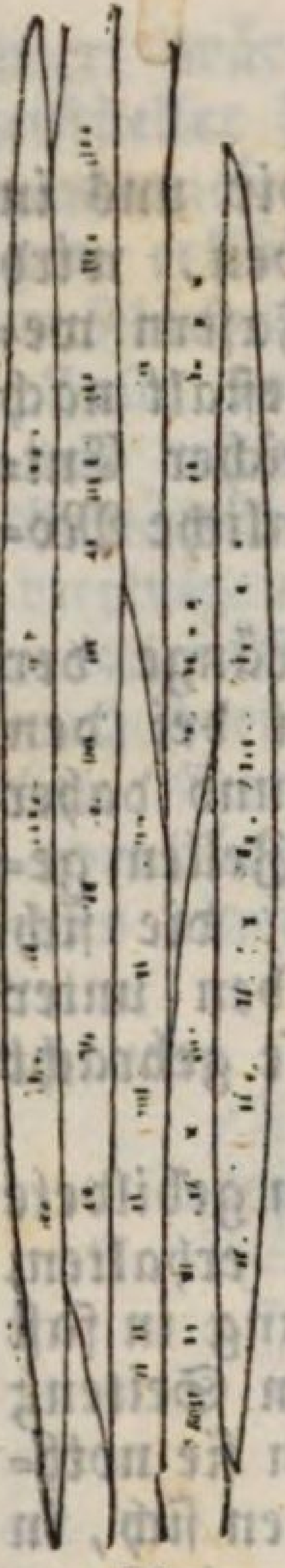
Fasern.

§. 7. Die Ausführlichkeit, in die wir uns in Beziehung auf die Zellen eingelassen haben, wird uns erlauben, es in Beziehung auf die Fasern weniger sein zu dürfen, da sie ja bloß der Gestalt nach von jenen verschieden sind und bei ganz gleicher Entwicklung das Aussehen ihrer Oberfläche ähnliche Modifikationen zeigen muß.

Wir haben bereits gesehen, daß die Länge der Fasern verschieden ist: schwach ausgedrückt bei den einen, die sich dadurch den Zellen nähern und daher auch von vielen Schriftstellern verlängerte Zellen genannt wurden; sehr groß bei den andern, die sich den Gefäßen nähern, und oft mit denselben unter dem Namen faseriger Gefäße in eine Klasse gebracht wurden.

Das durch die Vereinigung dieser Fasern gebildete Gewebe hat den Namen Prosenchym erhalten. Diejenigen, welche sich bei dieser Vereinigung in fast gleicher Höhe befinden, berühren sich an ihren Seiten; an ihren dünn zulaufenden Enden aber lassen sie nothwendig unausgefüllte Zwischenräume zwischen sich, in welche sich die ähnlichen Extremitäten der oben oder unten liegenden Fasern einfügen (Fig. 30). Bei dem Parenchym hingegen legen sich die obern und untern Zellen in ebenen Endflächen auf einander (Fig 19, 21) (cellulæ parenchymatis sibi extremitatibus impositæ sunt, prosenchymatis appositæ).

Ihre Wand ist im Allgemeinen dicht und ziemlich hart, sie besteht anfänglich aus einer einzigen und stetiger Haut, welche ohne Hinzuthun einer andern eine gewissen Grad von Dicke erlangen kann. Gewöhnlich bilden sich aber mehrere Schichten nach der Reihe von außen nach innen, so daß die Faser, deren hohle Achse sich immer mehr verengt, und



30.

31.

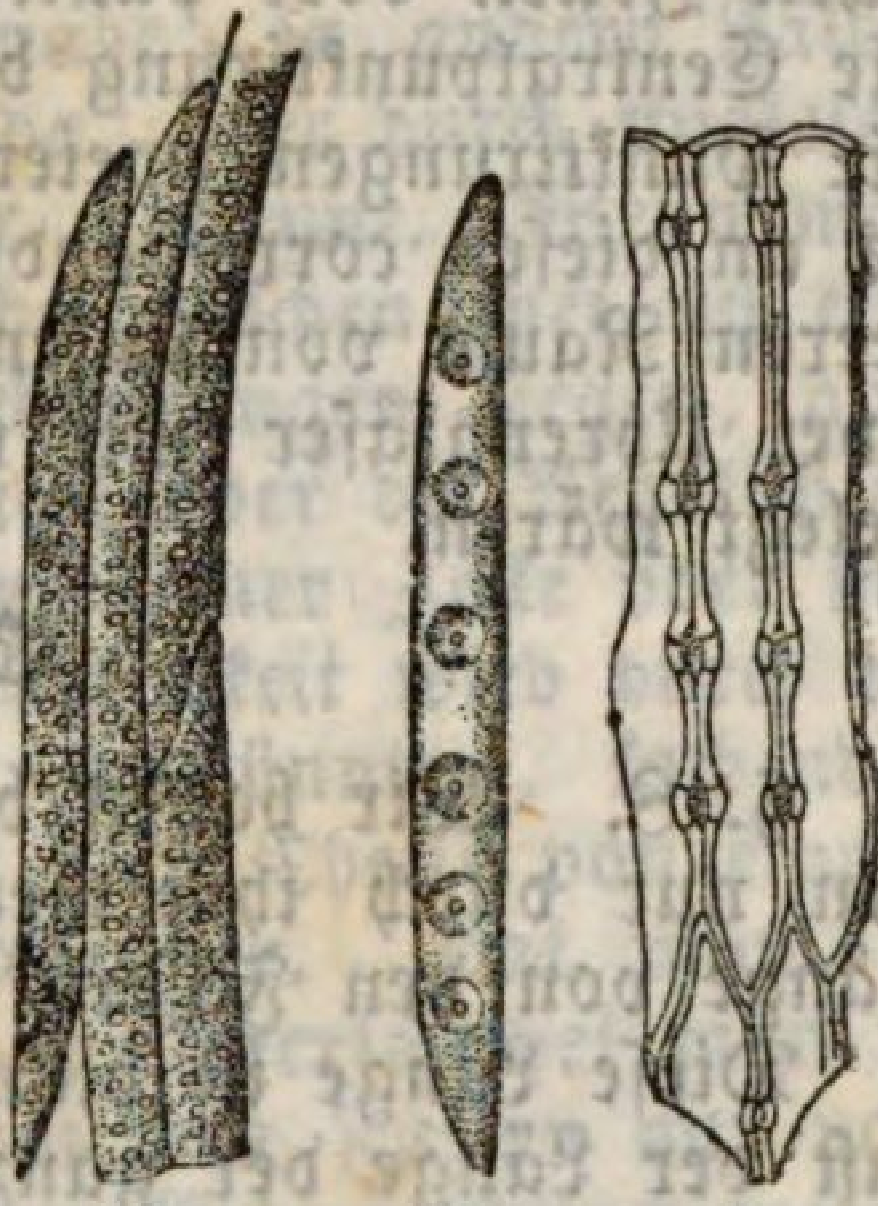
sich endlich beinahe auf nichts reduzirt, für voll oder ganz fest gehalten werden kann.

Daraus geht hervor, daß der Schnitt des Prosenchym im Allgemeinen eine compacte Masse zeigt, bei welcher das Verhältniß der vollen Theile bei weitem größer ist, als das der leeren Theile; die innere Höhlung der Fasern ist höchstens ein länglicher und schwacher Kanal, während ihre äußeren Flächen sich untereinander so genau berühren, daß die Zwischengänge beinahe zu Null werden. Eine andere Folge dieser Nebeneinanderlegung ist die Verflechtung, der sich berührenden Seiten, so daß die Fiberwand nach außen prismatisch wird, während sie nach Innen cylindrisch bleibt. Dies zeigt auch der Querschnitt eines gehörig entwickelten Prosenchyms ganz deutlich (Fig. 31).

Wir haben bereits gesagt, daß die Entwicklung der Fasern gerade so, wie die der Zellen vor sich gehe. Das Wachsthum der ersten Zelle oder der äußeren Haut bestimmt ihre Dimensionen in Länge und Breite; die spätere Bildung der inneren Schichten bestimmt ihre Dicke und das bestimmte äußere Aussehen ihrer Oberfläche, das demnach die nämlichen Modifikationen, wie bei den Zellen haben kann. Doch kommt es ziemlich häufig vor, daß die innere Schichte die äußere genau und ohne Zerreißung ihres Zusammenhangs überzieht, so daß die Faser eben so glatt bleibt, als sie es anfänglich war. Die zweite

30. Fasern von der gemeinen Waldrebe (Clematis vitalba).
31. Querschnitt der Nämlichen.

Schichte kann auch in Gestalt eines spiralförmigen Fadens oder auch Streifchens, die netzförmig unter einander verbunden sind, erscheinen; dieser Zustand findet sich aber nicht oft. Sehr häufig kommen hingegen geritzte und hauptsächlich punktirte Fasern vor (Fig. 32). Diese Punktirungen entsprechen, wie bei den Zellen, den Punkten, wo die äußere Haut von den inneren nicht gefüttert ist, und wohin die kleinen Kanäle ohne Ausgang auslaufen, welche aus jenen Zerreißungen des Zusammenhangs entstehen. Sie sind besonders an dem Holze der Tanne und anderer ähnlicher Bäume, die man gewöhnlich immergrüne Bäume nennt, und welche die Familie der zapfentragenden Bäume bilden, die wir später kennen lernen werden, bemerkbar. Die Punktirungen auf denselben sind so groß, daß man sie beim ersten Anblick für eigentliche Löcher hätte halten können; sie erscheinen in zwei geradlinigten Reihen, stehen auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Faser und jeder der Punkte ist oft mit einem mehr oder minder breiten Ringe umgeben (Fig. 33). Man hat es dahin gebracht, sich diese Anordnung erklären zu können; wenn man mit einem guten Mikroskope eine sehr dünne Schnitte der Faser, die nach einer Ebene geschnitten worden, welche durch die zwei parallelen Linien der Punktirungen gelegt wurde, genau untersucht, so sieht man, daß sich an der Stelle der Punktirung die Wand der Faser ein-



32. 33. 34.

32. Punktirte Fasern von dem geflügelten Rande eines Bignoniensamens.
33. Fasern von dem Holze der gemeinen Fichte (*Pinus sylvestris*).
34. Längenschnitt der Nämlichen.

wärts biegt und auf diese Weise eine kleine Vertiefung bildet, deren Umfang kreisförmig oder elliptisch ist (Fig. 34). Diese Vertiefung, welche heller oder dunkler ist, als die übrige Fläche, von der sie einen Theil ausmacht, bildet den Ring, in dessen Mittelpunkt ein kurzer Seitenkanal ausläuft, der denen bei allen Zellen oder punktirten Fasern ähnlich ist, und die Centralpunktirung bildet, und da sich gewöhnlich die Punktirungen zweier Fasern entsprechen, so gibt es an diesen correspondirenden Punkten einen kleinen leeren Raum von linsenförmiger Gestalt, wie wenn zwei Uhrengläser mit ihren Rändern auf einander gelegt wären.

Gefäße.

§. 8. Wir haben bis jetzt die Gefäße oder Röhren nur durch ihre weit größere Ausdehnung in die Länge von den Fasern unterscheiden gelernt.

Diese Länge ist bisweilen beträchtlich, und kommt fast der Länge der ganzen Pflanze gleich. Man zeigt dieselbe an Bruchstücken von einer gewissen Größe durch das Durchschieben sehr feiner Fäden, Roß- oder Menschenhaare; diese werden in die klaffende Oeffnung eines von diesen Kanälen hineingebracht und kommen endlich an dem andern Ende wieder heraus und auf diese Weise wird das ununterbrochene Fortlaufen des Kanals bewiesen. Ist dieser sehr groß und gerade, wie z. B. an dem Zweige einer Rebe, so kann man das Auge an das eine Ende halten und die Tageshelle am andern wahrnehmen.

Wenn man eines dieser langen Gefäße allein betrachtet, und es bei gehöriger Vergrößerung untersucht, so findet man beständig an demselben zwei Merkmale: 1) seine Oberfläche ist niemals glatt, wie es oft die Oberfläche der Zellen oder Fasern ist, sie zeigt vielmehr immer jene Ungleichheiten, die wir an jenen in einem gewissen Alter als Punkte, Streifen, Ringe

u. s. w. beobachtet haben; 2) der von dem Gefäße gebildete Cylinder ist nie in seiner ganzen Länge vollkommen regelmäßig, es zeigt sich vielmehr von Weite zu Weite eine Art von Verengung oder Zusammenschnürung an demselben. Diese Zusammenschnürungen sind bisweilen in regelmäßigen Entfernungen von einander und einander sehr nahe; in andern Fällen zeigen sie sich nur hier und da, oder durch ungleiche Zwischenräume von einander getrennt. Wenn man die Theile der Gefäße, welche zwischen zwei auf einander folgenden Zusammenschnürungen liegen, aufmerksam beobachtet, so ist man über die Aehnlichkeit erstaunt, die sie entweder mit einer Zelle oder mit einer Faser haben; diese Aehnlichkeit wird durch die Einwirkung der mit Wasser verdünnten, kochenden Salpetersäure, welche häufig diese Theile von einander los macht, noch auffallender. Hat man sie auf diese Weise vor Augen, so unterscheidet man sie von den Zellen oder auch von den Fasern nur noch dadurch, daß sie an den beiden Enden, durch welche sie mit dem übrigen Theile des Gefäßes in Verbindung standen, mehr oder weniger weit durchbohrt sind.

Aus diesen Beobachtungen wird man nun zu dem Schlusse veranlaßt, daß ein Gefäß aus einer Reihe von Zellen oder Fasern bestehe, die an ihren Enden zusammenstoßen und durch Oeffnungen, die sich an denselben befinden ohne Unterbrechung mit einander in Verbindung stehen. Ist es eine Reihe von Zellen, so liegen die Zusammenschnürungen einander nahe, und die Linie, durch welche sie kenntlich werden, ist entweder horizontal oder etwas schief, wie es die Flächen sind, in welchen sich die Zellen gewöhnlich auf einander legen (Fig. 52). Befinden sich aber Fasern in einer Reihe, so sind die Zusammenschnürungen mehr oder weniger von einander entfernt, und die Linie, welche sie zu erkennen gibt, ist außerordentlich schief, weil sie die Seite des ausgefaserten

Konus ist, in welchen sich die Fasern endigen (Fig. 35). Bei Annahme des Vorhergehenden sind die Gefäße Organe, welche schon nicht mehr so einfach wie die Zellen und Fasern sind, da sie aus der Vereinigung von mehreren derselben bestehen. Wir dürfen uns gar nicht wundern, auf ihrer Oberfläche die nämlichen Erscheinungen von Punkten, Strichen, Bändern, welche eine fortlaufende Schneckenlinie bilden, oder in Ringe abgesondert, oder netzförmig vereint sind, wieder anzutreffen, welche wir bei den Zellen oder Fasern angegeben haben: daraus aber, daß wir sie hier beständig antreffen, während sie bei den Zellen, wie wir gesehen haben, in dem ursprünglichen Zustande nicht vorkommen und erst mit dem Alter aus dem Hinzukommen neuer, sich im Innern bildender Schichten entstehen, dürfen wir den Schluß machen, daß die Gefäße, so wie wir sie beschrieben haben, schon ein gewisses Alter erreicht haben, daß sie nicht gleich aus einem Stücke so geworden sind, sondern daß sie vorher andere Gestalten durchlaufen haben.

Wenn man wirklich eine Pflanze oder einen Theil von einer Pflanze bei ihrem ersten Erscheinen nimmt, so findet man auch keine Spur von Gefäßen in derselben, sondern bloß Zellen, die durch eine glatte und gleichartige Haut verschlossen sind. Erst später sieht man, wie sich einige von diesen Zellen zu Fasern verlängern, und noch später, daß die Wände hre Gleichartigkeit verlieren und daß die Gefäße einen. Sie haben demnach die nämlichen Bilgsperioden durchlaufen, wie die Zellen und die Fasern: ein häutiger, anfangs einfacher und stetiger Sack ist durch die Ineinanderfügung anderer verschieden durchbrochener Säcke dicker geworden; zu gleicher Zeit verband er sich auf das Innigste mit ähnlichen über und unter ihm stehenden Säcken; der auf diese Weise verwachsene Theil der Wände aber, wurde, anstatt sich, wie alles Uebrige zu verdicken, dünner und ver=

schwand zum Theile. Wenn die Scheidewände, die man an diesen Verbindungsflächen zu erwarten hatte, nicht vollständig verschwunden sind, so werden sie entweder durch einen kleinen Umschlag, der ihren Umfang bezeichnet, oder durch ein durchbrochenes Netz dargestellt. Auf diese Art erhält man einen ununterbrochenen Kanal, der äußerlich von einer stetigen Haut, die bei einer großen Anzahl mannigfaltig liegender Punkte einfach, in dem übrigen Theile ihrer inneren Oberfläche gedoppelt, dreifach rc. ist, verschlossen wird.

Man hat nach der allgemeinen Gestalt ihrer Röhre und nach den verschiedenen Modifikationen ihrer Oberfläche verschiedene Arten von Gefäßen unterschieden. Wir wollen sie nach der Reihe und kurz angeben. In dieser Reihe von Zellen oder Fasern haben wir es nothwendigerweise mit einer Formverbindung, mit einer Wiederholung eines schon bekannten Aussehens zu thun. Indessen müssen wir doch zu dem, was bereits schon ausführlich mitgetheilt worden ist, noch etwas Neues hinzuthun: daß sich nämlich an den Gefäßen wegen ihres bei weitem größeren Umfangs diese Modifikationen auf das Deutlichste zeigen, und daß sie früher und besser untersucht worden sind.

Wir haben so eben gesagt, daß die Oberfläche der Gefäße immer ungleich mit Punkten oder Linien bezeichnet sei, die sich auf eine natürliche Weise, wie bei den Zellen, vertheilen, d. h. im Allgemeinen eine schneckenförmige Richtung annehmen. Daher findet man sie auch in den meisten neueren Werken unter dem Collektivnamen Spiralgefäße, Spiralröhren (vasa spiralia, tubi spirales) abgehandelt, um sie von den Gefäßen mit glatten Wänden, entweder von den sogenannten faserigen Gefäßen, von denen wir bereits bei den Fasern gesprochen haben, oder von den eigentlichen oder Saftgefäßen, von denen wir später sprechen werden, zu unterscheiden.

Unter den spiralförmigen Gefäßen selbst hat man

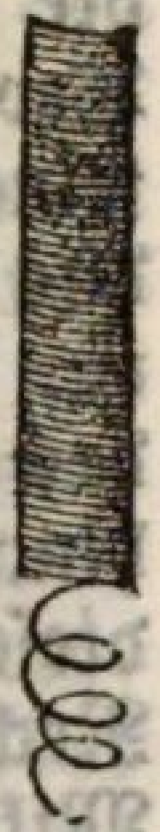
die ächten oder Luftgefäße ausgezeichnet; die unächten enthalten die ringförmigen, netzförmigen, gestreiften, punktirten Gefäße u. s. w.

§. 9. **Luftgefäße.** — Die Luftgefäße bestehen aus einem häutigen Cylinder, in dessen Innerem ein Faden aufgerollt ist. Dieser Cylinder kommt ohne irgend eine Veränderung seiner Gestalt oder seiner Fläche in einer ziemlich beträchtlichen Länge vor und läuft sodann an seinen beiden Enden kegelförmig zu; an diese Ende legen sich oft die Ende anderer Luftgefäße an und verlängern auf diese Weise das erste nach oben und unten. Die Luftgefäße bestehen also eigentlich aus sehr verlängerten Fasern (Fig. 35).

35.

Der spiralförmige Faden des Luftgefäßes geht ohne Unterbrechung von einem Ende zum andern bei einer jeden von diesen Fasern. Man vergleicht ihn gewöhnlich mit dem Kupferdrahte, der den Hosenträgern die Elasticität gibt, und dadurch bekommt man auch wirklich ein richtiges Bild von seiner Beschaffenheit. Seine Farbe ist gewöhnlich perlmutterartig weiß. Was seine Gestalt selbst anbetrifft, so ist sie von den Schriftstellern auf verschiedene Weise beschrieben und vermuthet worden. Nach den Einen war dieser Faden selbst eine hohle Röhre, nach den Andern war er inwendig dachrinnenförmig ausgehöhlt, wieder Andere haben ihm andere, verschiedene Gestalten gegeben. Die genauesten Beobachtungen, welche mit Hülfe der vollkommensten Instrumente, die wir jetzt besitzen, angestellt wurden, zeigen diesen Faden immer voll, aber nach den Stellen und den Theilen, aus welchen man ihn genommen hat, von verschiedener Gestalt; er ist bisweilen bandförmig abgeplattet, häufiger dick, und sein Schnitt zeigt einen Kreis, eine Ellipse oder ein Viereck. Zieht man das abgebrochene Luftgefäß ein wenig, so entfernen sich die Spiralwindungen

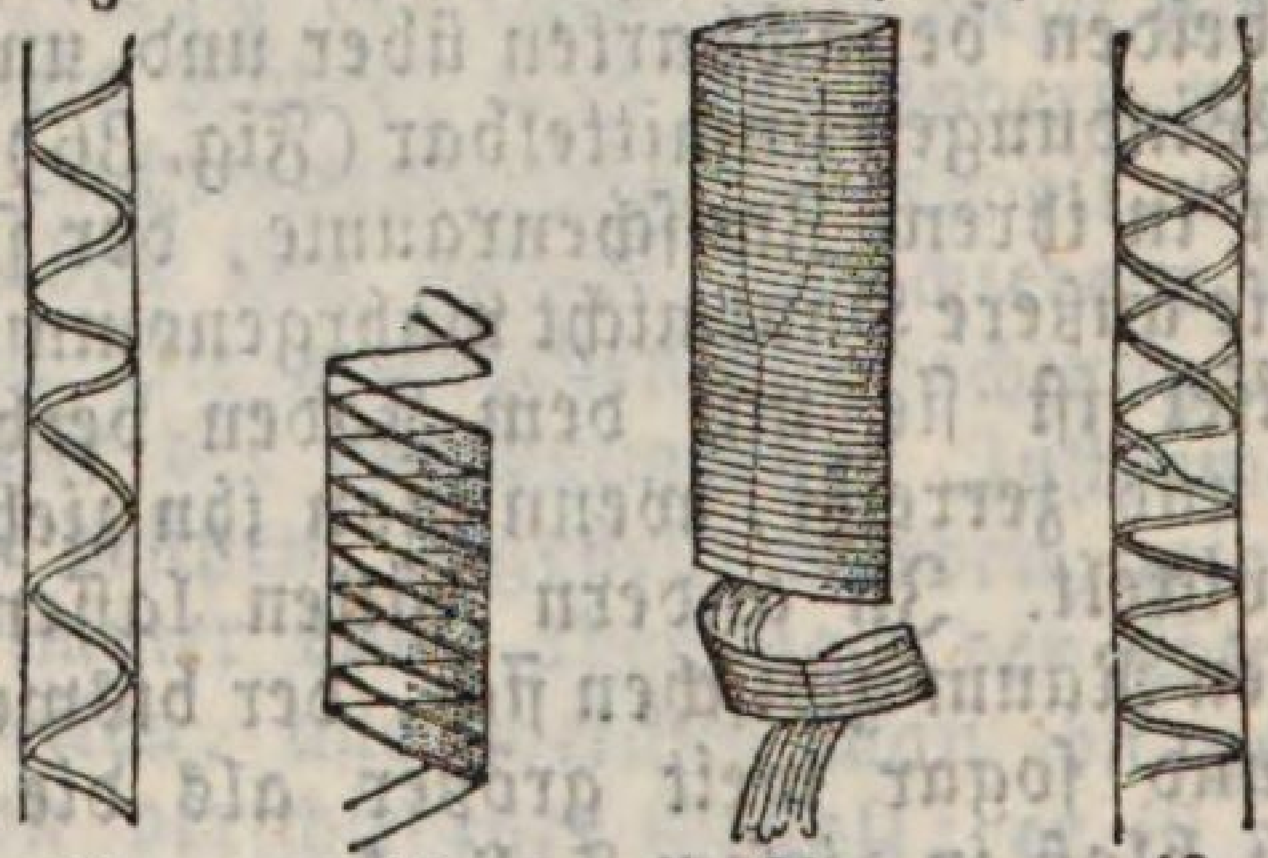
von einander und der Faden wickelt sich auseinander, wie der elastische Draht an einem Hosenträger, wenn man ihn einem ähnlichen Ziehen unterwirft (Fig. 36). Bricht man junge Zweige, z. B. Holunderzweige, vorsichtig entzwei, so sieht man, wie bisweilen das untere Stück an dem obern vermittelst so zarter Fäden hängt, daß sie das Auge kaum wahrnehmen kann; dies sind die Fäden von den auseinander gewickelten Luftgefäßen, und diese Eigenschaft machte, daß man oft diesen Gefäßen den Namen der entrollbaren Luftgefäße im Gegensatze von den andern Spiralgefäßen gab, welche diese Eigenschaft nicht besitzen. Uebrigens findet dies nicht in allen Altern ohne Unterschied Statt; bei dem äußerst jungen Luftgefäße, dessen Gewebe noch etwas weich ist, hat der Faden noch nicht die Elasticität, die er erst später erlangt, und bricht mit der Röhre, ohne sich auseinander zu rollen. Er kann sie auch im Alter wieder verlieren, wahrscheinlich durch ein festes Verwachsen mit den benachbarten Theilen.


36.

Die Entfernung der Spiralwindungen unter sich ist verschieden, und im Allgemeinen berührt jede Windung die beiden benachbarten über und unter ihr befindlichen Windungen unmittelbar (Fig. 36). In diesem Falle kann in ihrem Zwischenraume, der so zu sagen Null ist, die äußere Haut nicht wahrgenommen werden; ohne Zweifel ist sie mit dem Faden verbunden; sie folgt ihm und zerreißt, wenn man ihn zieht und aus einander wickelt. In andern Fällen lassen die Windungen einen Raum zwischen sich, der bisweilen wahrnehmbar und sogar weit größer als die Dicke des Fadens ist; bloß in diesem Falle kann man die äußere Haut etwas deutlich sehen (Fig. 37, 40).

Was die Richtung anbetrifft, welche die Spirale des Luftgefäßes nimmt, so hat man bemerkt, daß die eine häufiger vorkommt als die andere, und zwar

die von der Rechten zur Linken, wenn nämlich der Beobachter annimmt, daß sich das Gefäß vor ihm in seiner natürlichen Lage befinde, das heißt so, daß das vom Erdreich entfernteste Ende aufwärts gerichtet ist. Oft denkt man sich den Beobachter in der Achse des Cylinders, um welchen sich die Schneckenlinie hinaufwindet; daraus folgt, daß ihre Richtung in diesem Falle umgekehrt, d. h. von der Linken zur Rechten vorkommen muß (Fig. 38). Unter dem Mikroskope befindet sich die dem Beobachter zugekehrte Fläche, in Beziehung auf ihn in der ersten Lage; die auf die andere Seite gekehrte Fläche in der zweiten und die beiden Richtungen kreuzen sich. Ist das Gefäß so fein, daß seine beiden Flächen beinahe in dem Gesichtsfelde des Mikroskops liegen, so scheint es, als ob dasselbe zwei Fäden durchlaufen, welche zwei einander entgegengesetzte Richtungen einschlagen und auf diese Weise in ihrem Kreuzen ein Netz von kleinen Rauten bilden (Fig. 38). Einige Botaniker ließen sich durch diese Erscheinung täuschen, die sie sich durchaus nicht erklären konnten. Mag nun die Richtung der Spirallinie sein, welche sie will, so geht sie doch von einem Ende zum andern der Luftröhrenfaser.



37. 38. 39. 40.

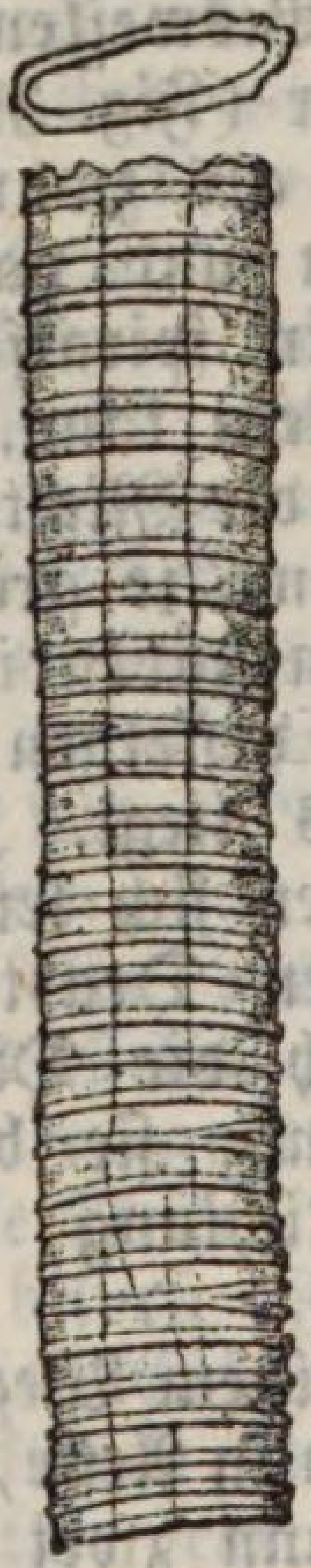
37. Luftgefäß mit entfernten Windungen an dem Stengel der Pfebe.
39. Luftgefäß mit mehreren Parallelfasern an dem Stengel des Pisang.
40. Luftgefäß mit unten einfacher und oben doppelter Windung aus der Runkelrübe (**Beta vulgaris**).

In den meisten Fällen ist der spiralförmig gewundene Faden einfach; doch gibt es auch Fälle, wo er doppelt zu sehen ist (Fig. 38). Bisweilen kommt er auch in noch größerer Menge vor (Fig. 39), und in dem Pisang hat man sogar mehr als zwanzig gezählt. Diese an einander liegenden und parallelen Fäden bilden alsdann gleichsam ein spiralförmiges Band, das man selbst wieder abwickeln kann. Nothwendigerweise muß in diesem Falle die Richtung der Spiralwindungen um so schiefer sein, je größer die Menge der neben einander liegenden Fäden ist, weil zwischen zwei Windungen eines und desselben Fadens immer die ganze Breite des Bandes liegt. Ist hingegen der Faden einfach und berühren sich seine zwei Windungen, wie auf dem elastischen Drahte eines Hosenträgers, so sind sie nur durch die Dicke des Fadens selbst von einander getrennt; sie bewegen sich daher in einer fast horizontalen Richtung, so sanft ist ihr Aufsteigen.

Der einfache Faden bleibt auf seinem Wege nicht immer einfach; er theilt sich bisweilen in Aeste, indem er sich verdoppelt; man sieht alsdann zwei feinere Fäden statt eines einzigen parallel laufen (Fig. 40). Dies ist ein Uebergang zu den netzförmigen Gefäßen.

§. 10. **Ring- und netzförmige Gefäße.** — Wenn man auf den Ursprung des Namens Luftgefäß zurückgeht, so möchte dieser Name besser auf die Gefäße passen, die wir jetzt untersuchen wollen, als auf die vorhergehenden. Da sie aus einer häutigen Röhre bestehen, die von inwendig über einander liegenden, dickeren Ringen oder Reifen gestützt wird (Fig. 41), so könnten sie mit mehr Recht mit der Luftröhre der Thiere verglichen werden. Im Allgemeinen sind sie größer als die ächten Luftgefäße und von einem Ende zum andern weit weniger gleichförmig. Die Ringe einer und derselben Röhre sind auch wirklich nicht einander vollkommen ähnlich

41.


42.

43.

(Fig. 42); obgleich sie gewöhnlich horizontal sind, so können sie doch auf eine unregelmäßige Weise nach der einen oder nach einer andern Richtung geneigt sein; sie stehen nicht in regelmäßig gleichen Zwischenräumen von einander ab; und können endlich auch ringförmige Bruchstücke abgeben oder auch irgend eine andere krumme Linie, als die Kreislinie vorstellen. So ist es auch gar nicht selten, zwischen Ringen mehr oder weniger lange Bruchstücke einer Spirale anzutreffen, die sie bald unter sich verbindet (Fig. 43), bald unabhängig von denselben ist.

Diese Theile einer Spirale sind natürlicher Weise mit denen der Luftgefäße verglichen worden und da man das einzige, unterscheidende Merkmal beobachtete, daß sie nicht aus einander zu rollen sind, und daß die Spirallinie, welche an der sie umgebenden Haut mehr oder weniger hing, bei dem Zerreißen Fetzen von derselben mitnahm, so ist man auf den Schluß gekommen, daß es Luftgefäße von einem vorangerückten Alter, oder wenn man lieber will, von einem hohen Bildungsgrade seien. Die Ringe würden demnach aus einer oder mehreren, einander näher gebrachten und innig unter sich verwachsenen Spiralwindungen entstehen; der Zusammenhang der Spirallinie hätte

42 u. 43. Ringförmige Gefäße von dem Stengel der gemeinen Balsamine.

nach der Meinung der Einen darum aufgehört, weil sie zwischen den verwachsenen Theilen, welche die Verlängerung der Röhre nachher von einander entfernt habe, zerrissen worden sei; nach der Ansicht der Andern aber, weil der zwischen zwei auf einander folgenden Ringen in der Mitte liegende Theil oft wieder eingesogen würde. Diese Hypothese stützt sich darauf, daß sich die Ringe oft mit den Spirallinien fortsetzen und darauf, daß Streifen, Furchen oder sogar auch vollständige, mit ihren Rändern parallel laufende Spalten, äußerst häufig vorkommen, was eine Verwachsung der Linie mit zwei oder mehreren Fäden zu verrathen scheine.

Andere Botaniker sind der Meinung, daß die inneren Verdickungen der Haut bei den ringförmigen Gefäßen nicht mit der Bildung einer fortlaufenden Spirallinie angefangen, sondern sich so gebildet haben, wie man sie wirklich findet, — gewisse Theile kreisförmig, gewisse andere spiralförmig und wieder andere vermischtförmig. Diese Beobachter konnten zu keiner Zeit die Stetigkeit der Spirallinie und später ihre Versetzung und ihr Verschwinden wahrnehmen. Ueberdies sollte in der von ihnen angegriffenen Hypothese der zwischen zwei Ringen liegende gewundene Theil immer die nämliche Richtung haben, seine Breite sollte immer einen aliquoten Theil von der Breite des Ringes, im Allgemeinen seine Hälfte, betragen, weil dieser aus der Vereinigung von mehreren (gewöhnlich von zwei) Windungen entstünde; die Streifen oder Spalten, die oft auf dem Ringe wahrnehmbar sind, sollten die Richtung der Spirallinie angeben. Nun findet aber alles dies nicht Statt. Der dazwischen liegende Theil windet sich bisweilen in entgegengesetzten Richtungen und dies in einem und demselben Zwischenraume; er ist fast immer eben so breit, als der Ring; die Streifen von diesem laufen parallel mit den Rändern und haben keine

schiefe Richtung von dem untern zum obern (Figur 44).

44. 45.

Bisweilen sind auch zwei Ringe, die auf einander folgen oder die sogar in einem Punkte ihrer Ränder zusammenlaufen in zwei verkehrten Richtungen gegen einander geneigt (Fig. 45). Diese Erscheinung, die sich an die vorhergehenden anreiht, könnte dadurch erklärt werden, daß in einer früheren Zeit die Ringe nicht sehr stark an der häutigen Röhre anhängen, daß sie sich theilweise oder sogar ganz von derselben ablösen, so daß sie in die Höhlung der Röhre fallen, indem sie ihre frühere Lage verlassen und eine neue annehmen, die sich mehr oder weniger der vertikalen nähert.

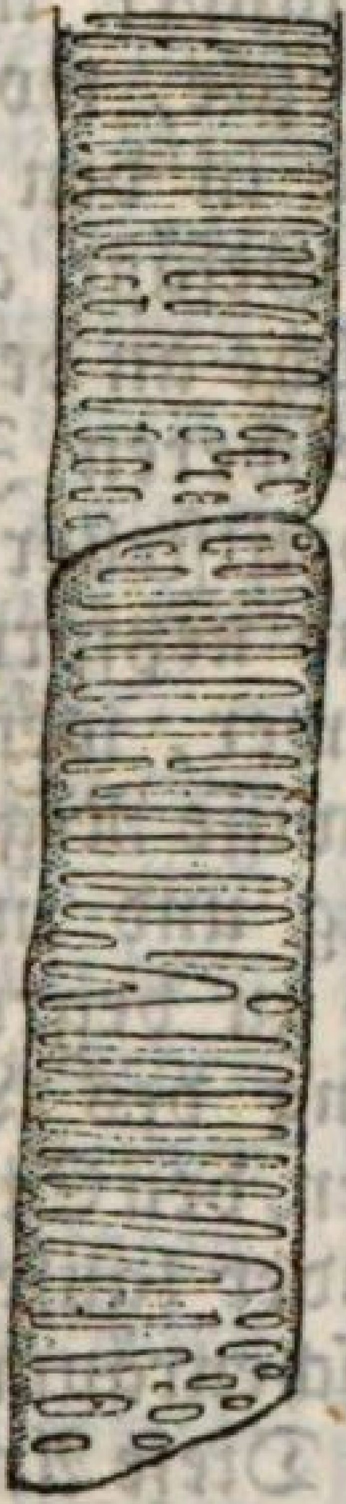
Aus dem Vorhergehenden läßt sich der Uebergang der ringförmigen Gefäße zu den netzförmigen leicht voraussehen. Diese Ringe, welche eine mannigfaltige schiefe Lage haben, und unter sich unmittelbar durch einige Punkte an ihrem Umfange oder mittelbar durch Bändelchen verbunden sind, die auf eine mannigfaltige Weise gedreht, oder auch durch Spalten durchsichtig sind, zeigen öfters schon ein lockeres Netz. Es dürfen sich jetzt nur diese Elemente einander nähern und sich vervielfältigen, so wird man sogleich ein engeres und zusammengesetzteres Netz erhalten. Auch kommt es häufig vor, daß das nämliche Gefäß, das in einem Theile seines Weges ringförmig war, in einem andern netzförmig wird (Fig. 46).

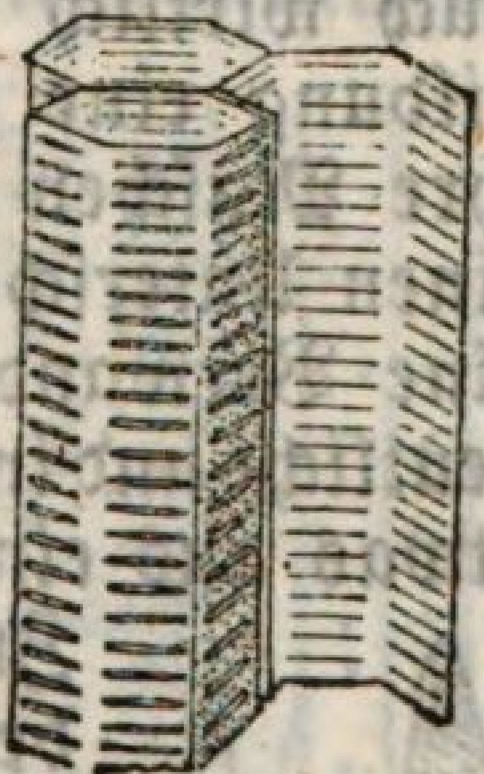
46.

Diese Gefäße laufen in einen Konus aus; die Länge des Raums zwischen ihren beiden Endpunkten beweist, daß sie, wie die Luftgefäße, gewöhnlich aus Fasern bestehen.

44 u. 45. Bruchstücke von Gefäßen von einer Art von Spinnenkraut (Commelina tuberosa).

§. 11. **Gestreifte Gefäße.** — Die gestreiften Gefäße zeigen, anstatt der Spirallinien, Kreise oder unregelmäßigen Ringe, Querstreifen, die nur einen Theil von dem Umfange der Röhre einnehmen und im Allgemeinen regelmäßig über einander liegen (Fig. 47). Das Gefäß hat oft die Gestalt eines Prisma, dessen Seitenflächen auf diese Weise durch Streifen, die bis an die Ecken gehen, gefurcht sind (Fig. 48). Man hat die Eintheilung dieser Streifen und ihrer Zwischenräume mit der Eintheilung eines Maßstabes in Grade verglichen und darum die Gefäße, welche ein solches Aussehen haben, skalenförmig genannt. Die Streifen haben jedoch keine stetige Verlängerung in die Quere, sie nehmen vielmehr die Gestalt kleiner Knopflöcher an, welche die gleiche Lage haben, gewöhnlich aber zahlreicher sind, gleichsam als ob mehrere auf Kosten eines einzigen von Weite zu Weite unterbrochenen Streifens entstanden wären.


47.


48.

Man ist jetzt allgemein der Meinung, daß diese Gefäße, wie die bereits untersuchten Organe, aus einer häutigen Röhre bestehen, die inwendig mit einem durchbrochenen Gewebe gefüttert ist; die Streifen sind die Räume, welche diesen Durchbrechungen entsprechen und in welchen das Gefäß nur durch die äußere Haut geschlossen ist. Einige Schriftsteller glaub=

47. Fragment eines gestreiften Gefäßes von der Weinrebe.
48. Fragment eines gestreiften prismatischen Gefäßes von einem Farnkraute (Osmonda regalis).

ten zu bemerken, daß die Lage und die Gestalt der Streifen eine gewisse Uebereinstimmung mit den Theilen zeigen, von denen das Gefäß umgeben und gedrückt ist, daß die Streifen da fortbestehen, wo Flächen mit einander in Berührung sind, daß die Haut sich da verdicke, wo sie mit einer Ecke zusammen kommt; daß also in den Punkten, wo das Gefäß an andere ähnliche Gefäße anstößt, eine Regelmäßigkeit Statt finde, welche an denen verschwindet, wo es mit kürzeren, zahlreicheren Zellen in Berührung kommt.

Mehrere Schriftsteller haben die gestreiften Gefäße mit den ring- und netzförmigen verwechselt, und es ist auch wirklich schwer, wenn bei den letzteren die Netzbildung eine gewisse Regelmäßigkeit annimmt, wenn ihre Maschen eng und in die Quere verlängert sind, einen Unterschied zu begründen. Man hat sie auch für eine Verwandlung des Luftgefäßes gehalten, dessen deutliche und in den, den Streifen entsprechenden Räumen etwas aus einander laufende Spiralwindungen in den Zwischenräumen ganz zusammenfallen würden. Diese Ansicht scheint in Folge einer gewissen Anzahl von Fällen, wo die schiefe Richtung der Streifen nach einer Spirallinie geht und das gedehnte Gefäß sich schraubenförmig aus einander wickelt, einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit zu erlangen. Aber selbst alsdann erhält man keinen einzigen Spiralfaden zwischen zwei über einander liegenden Streifen, wohl aber einen mehr oder weniger breiten Gürtel, der mehrere parallele Reihen von Streifen enthält (Fig. 49). Ueberdies sind in den allermeisten Fällen die Streifen vollkommen

49.

50.

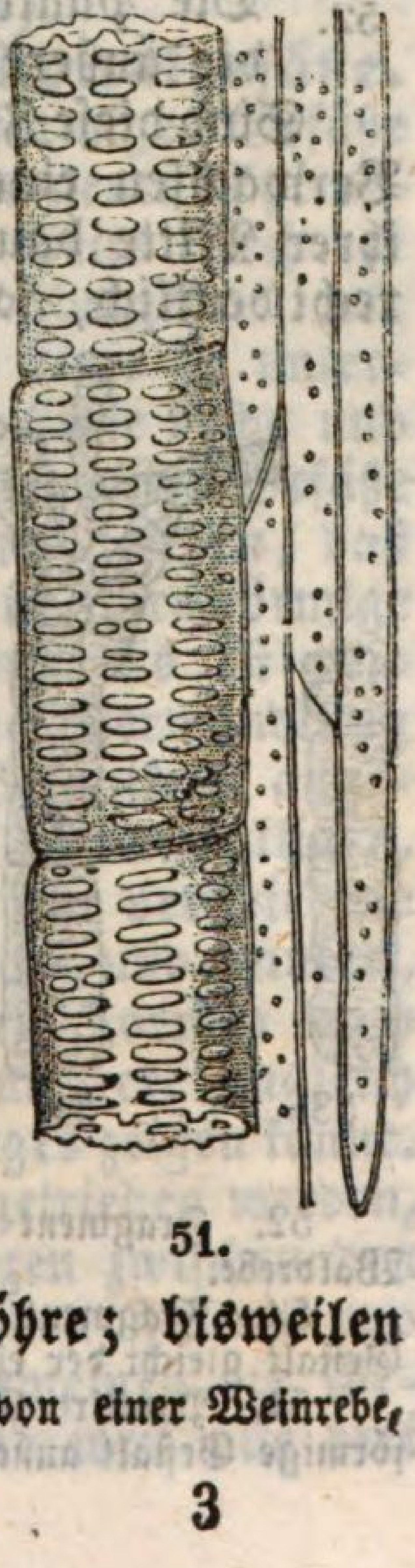
49. Ende eines gestreiften Gefäßes von einem Wasserandorn; es ist an seinem untern Theile bandförmig aus einander gewickelt.

50. Skalenförmiges Gefäß, das sich zu entwickeln anfängt, von der Wurzel des Dattelbaums im Keimen.

horizontal, und sie zeigen sich auch in den jüngsten Gefäßen schon so; die erste Veränderung, die man an der einfachen und gleichartigen Haut sieht, woraus sie gleich anfangs bestehen, muß man dem Erscheinen graulicher und paralleler Linien zuschreiben (Fig. 50), und die früheste und sorgfältigste Beobachtung zeigt gar nichts, was einem Spiralfaden gleichen könnte.

Die gestreiften Gefäße entstehen aus einer Reihe verlängerter Zellen, die an ihren Endpunkten durch eine schiefe Wand oder durch Fasern, die kegelförmig auslaufen, auf einander gepaßt werden.

§. 12. **Punktirte Gefäße.** — Die punktirten Gefäße, welche bei den Pflanzen den beträchtlichsten Umfang erlangen, und deren innerer Kanal oft sogar mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden kann, erscheinen gleichsam mit kleinen Punkten besäet, die sich in horizontalen, und seltener in etwas schiefen Linien zeigen (Fig. 51). Man hat in Beziehung auf das Entstehen dieser Reihen von Punkten die nämliche Hypothese aufgestellt, wie für die Bildung der Streifen, und man kann derselben auch die nämlichen Einwürfe entgegenhalten.



51.

Diese Gefäße haben die Gestalt eines Cylinders, auf dessen Oberfläche sich Kreise zeigen, welche keine Punkte haben und etwas schief, gewöhnlicher aber horizontal sind, und in mehr oder minder großen und gewöhnlich gleichen Zwischenräumen von einander abstehen. Diese Kreise haben den gleichen Durchmesser mit der übrigen Röhre; bisweilen

51. Fragment eines punktirten Gefäßes von einer Weinrebe, nebst einigen punktirten Fasern.

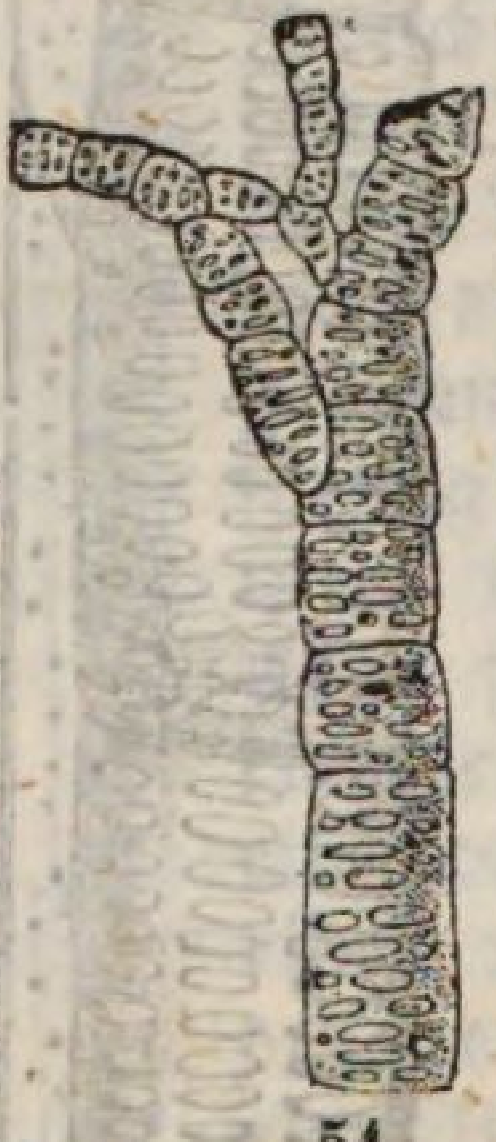
aber ist ihr Durchmesser etwas geringer, woraus alsdann eine Reihe von Zusammenschnürungen oder Verengungen von Weite zu Weite entsteht (Fig. 52).

52.

Der Vertikalschnitt des Gefäßes zeigt, daß diesen Zusammenschnürungen bisweilen eine kreisrunde Falte im Innern entspricht, bisweilen zertheilt sich auch das in Scheidewasser erhitzte Gefäß nach den nämlichen Linien in eben so viele Bruchstücke, wovon jedes eine Zelle von Gestalt einer Tonne, deren beide Böden eingestoßen sind, ganz deutlich zeigt. Aus einer Reihe von verwachsenen Zellen entsteht also das punktirte Gefäß. Die Punktirungen sind diejenigen Stellen, wo die äußere Haut bloß bleibt.

Sind diese Zusammenschnürungen, welche aus dem Verwachsen einer Reihe von Zellen entstehen, die in ihrer Mitte bauchiger als an ihren Endpunkten sind, recht deutlich, so gleicht das Gefäß einem Rosenkranze, dessen Kügelchen recht nahe an einander liegen (Fig. 53). Die Gefäße, die man paternosterförmig, oder wohl wurmförmig nannte, weil man sie mit dem Körper eines Wurms, der aus einer Reihe von Ringen besteht, vergleichen kann (Fig. 54), sind also nur eine Modifikation einer allgemeineren Form, und diese Modifikation zeigt sich nicht bloß an den punktirten Gefäßen, sondern auch bei den andern. Gewöhnlich sieht man bei dem Entstehen neuer Organe, wie z. B. eines Zweiges aus einem Aste,

53.


54.

52. Fragment eines punktirten Gefäßes von der gemeinen Waldrebe.

53. Fragment eines punktirten Gefäßes von der Mistel; ihre Gestalt gleicht der eines Paternosters.

54. Punktirte Gefäße der Balsamine, welche oben die paternosterförmige Gestalt annehmen.

eines Blattes aus einem Zweige, kurz da, wo die Gefäße, um von dem einen in das andere überzugehen, von ihrer geradlinigten Richtung abweichen müssen, daß sich ihre Elemente zu dieser Abweichung hergeben, daß sie aber dabei kürzer, unregelmäßiger werden, und sich unter einander in schmälern Flächen verbinden. Die gerade Linie muß in eine Reihe von kürzeren Linien gebrochen werden, wenn sie einen gebogenen Weg zu durchlaufen hat. Auf diese Weise verkürzen sich die Fasern, welche die Luftgefäße, oder die ringförmigen oder gestreiften Gefäße bilden, welche in dem Stamme gewöhnlich sehr lang sind, an den Knoten, und gehen sogar in die Gestalt von Zellen über (Fig. 54).

§. 13. **Verwandlungen der Spiralgefäße.** — Wir haben gesehen, daß die ringförmigen Gefäße ziemlich lange Bruchstücke einer vollkommenen Spirallinie enthalten und auf der andern Seite durch die netzförmigen Gefäße in die gestreiften übergehen; wir haben ferner gesehen, daß die stetige Linie so unterbrochen werde, daß sie eine punktirte Linie bilde und auf diese Weise einen Uebergang der gestreiften Gefäße in punktirte begründe; wir haben ferner gesehen, daß sie sich bisweilen durch das Dehnen in spiralförmige Bändchen aus einander ziehen lassen. Es ist also durchaus nicht befremdend, daß eine Verwandlung der Gefäße in einander von vielen Botanikern angenommen wurde, welche in all den mannigfaltigen, von uns angegebenen Modifikationen nur verschiedene Entwicklungsstufen eines Organs erblicken und glauben, daß ein und dasselbe Gefäß alle diese Formen nach der Reihe durchlaufen, und sogar mehrere zugleich auf den verschiedenen Höhen seines Weges zeigen könne. Diese Lehre könnte sogar noch weiter getrieben werden, weil es unmöglich ist, genaue Gränzen zwischen den Gefäßen und den Fasern, zwischen den Fasern und den Zellen abzustecken, weil im Allgemeinen die Gefäße aus zwei andern bestehen, und weil alle drei

bei ihrem Entstehen die nämliche Gestalt zeigen, nämlich die einer Zelle, welche eine gleichartige Haut umschließt. Wir wollen auch noch beifügen, daß zu jeder Zeit die Substanz, welche die Wand einer Zelle, einer Faser, irgend eines Gefäßes bildet, ganz die nämliche ist, welche chemisch aus denselben Elementen und in den nämlichen Verhältnissen besteht. Man möchte nun in die Versuchung gerathen, daraus den Schluß zu machen, daß es in der Pflanze nur ein einziges einfaches Organ gebe, das, wie ein zweiter Proteus, in einer Reihe von Verwandlungen die verschiedenen Gestalten annehme, die wir für eben so viele verschiedene Organe gehalten haben.

Wir wollen aber diese scheinbare Verwandlungstheorie ja nicht übertreiben und keinen Schein für Wirklichkeit halten. Sind die verschiedenen Modifikationen der Gefäße nur verschiedene, auf einander folgende Entwicklungsstufen eines und desselben Organs, und erhalten wir, je nachdem diese Entwicklung auf der oder der Stufe stehen bleibt, diese oder jene Modifikation? Die Beobachtung, dieses entscheidende Gesetz für die Wahrheit unserer Theorien, zeigt uns das Gegentheil. Wenn man die Entwicklung eines Gefäßes verfolgt, so findet man auch nicht eines, das in seinen verschiedenen Phasen alle andere Ordnungen von Gefäßen dargestellt habe, und das Nämliche läßt sich auch von den Zellen sagen. Wir wollen noch bemerken, daß erstens sich an jedem Theile der Pflanze unveränderlich die und die Modifikationen von Zellen, Fasern und Gefäßen vorfinden; so werden wir z. B. beständig an gewissen Stellen dehnbare Luftgefäße antreffen, an andern aber schlechterdings nie. An dieser oder jener ganzen Pflanze, oder in dieser oder jener Region einer Pflanze wird man nie gestreifte Gefäße finden; bei irgend einer andern sind sie in Menge vorhanden; daß zweitens trotz der Einheit der chemischen Bestandtheile der Wände die Einheit der in den Höhlungen

enthaltenen Substanzen verschieden ist, und daß dies, wie bei der Gestalt, auf eine constante Weise und nach der Stelle geschieht, welche die Höhlung in der Pflanze einnimmt.

Wenn also alle einfachen Organe der Pflanzen mit den Zellen anfangen, an welchen wir keine wahrnehmbaren Verschiedenheiten erblicken, so ist es darum doch eben so wahr, daß jede Zelle gleich bei ihrem Entstehen dazu bestimmt zu sein scheint, in ihrer weiteren Entwicklung eine bestimmte Form und keine andere anzunehmen, den und den Stoff in sich aufzunehmen und zu verarbeiten. Es ist also nicht immer das nämliche Organ. Bei dem Uebergange aus seiner anfänglichen Form in seine bestimmte kann es mehrere Formen annehmen, und hier ist die Gränze seiner eigentlichen Verwandlungen, eine Gränze, welche man genau zu bestimmen suchen muß, wenn man die einfachen Organe der Pflanzen richtig erklären will. Bei dieser Untersuchung muß man sich sorgfältig vor den Täuschungen hüten, zu welchen die außerordentliche Einfachheit des Pflanzengewebes verleiten kann, eine Einfachheit, welche bei Verhüllung der Verschiedenheiten und Vervielfältigung der Aehnlichkeiten eine selbstgemachte Einheit vermuthen läßt, auf welche man um so häufiger und nothwendiger kommen mußte, je kleinere Theile man mit unvollkommneren Instrumenten zu untersuchen hatte.

§. 14. **Saftgefäße.** — Nach dieser Erörterung kommen wir zu der Beschreibung einer Ordnung von Gefäßen, die sich von allen andern hinlänglich unterscheiden, als daß man sie jemals hätte verwechseln können; ich meine diejenigen, denen man den Namen der *eigentlichen* Gefäße oder der *Saftgefäße* gegeben hat, weil sie den eigentlichen Saft oder Latex enthalten.

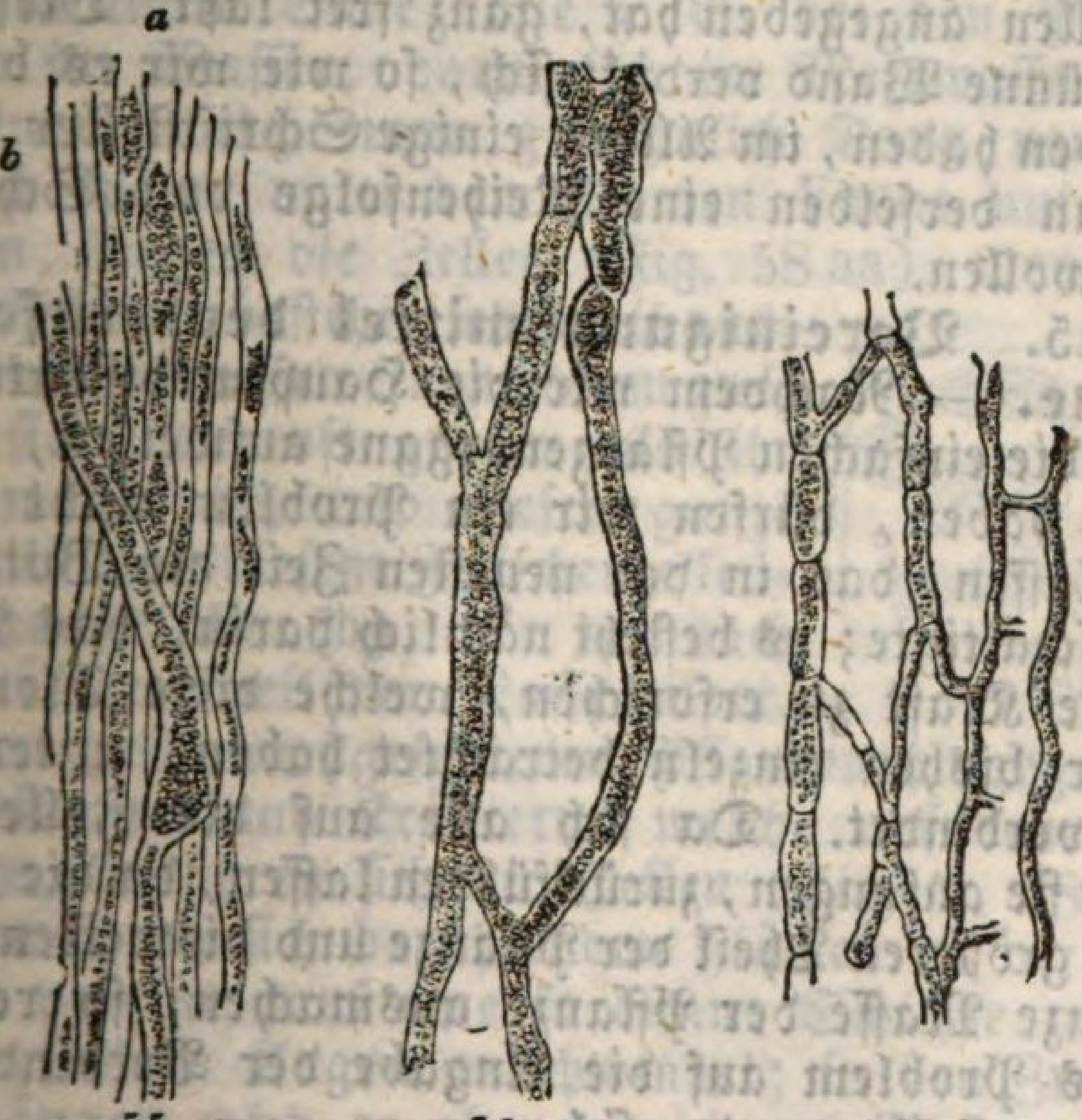
Es sind häutige Röhren, die unter sich frei durch querlaufende Aeste, und zwar so mit einander in Ver-

bindung stehen, daß ihr Ganzes ein großes Netz bildet (Fig. 56, 57). Sie haben demnach mehr als alle andere vorhin beschriebene Gefäße einige Aehnlichkeit mit denen der Thiere, wovon ein Kennzeichen das der Verzweigung ist. Das Wort Verzweigung dürfte aber doch nur uneigentlich auf die Saftgefäße angewandt werden, bei denen man durchaus nicht sieht, daß sie sich durch beständig auf einander folgende Theilungen erschöpfen, wie sich z. B. ein Stamm in Aeste, diese Aeste in Zweige u. s. w. zertheilen. Hier sind die Aeste ungefähr Kanälen gleich, wodurch sie mit einander in Verbindung gebracht werden, und aus welchen sie in einem rechten oder spitzigen Winkel entstehen.

Die häutige Wand ist durchsichtig und gleichartig, denn wenn sie auch an gewissen Stellen dicker als an andern ist, so scheinen diese unregelmäßigen Verdickungen doch keine andere Natur als das Uebrige zu haben. Die Röhren sind anfangs regelmäßige, sehr dünne und schlanke Cylinder (Fig. 55 a); später behalten sie bisweilen bei ihrem Wachsthume die cylindrische Form, oder sie schwellen stellenweise an (Fig. 55 b, 56). Diese Anschwellungen können bei Lebzeiten der Pflanze temporär sein und, wie in den Adern der Thiere, von der augenblicklichen Stockung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit herrühren, bisweilen bilden sie sich aber auch auf eine permanente Weise. Die innere Höhlung kann auch nicht überall gleich sein, selbst wenn der Cylinder äußerlich regelmäßig ist, und von Weite zu Weite Verengungen enthalten.

C. H. Schultz, dem wir die vollständigsten Aufschlüsse über diese Gefäße verdanken, nimmt an, daß mit dem Alter an den Punkten, welche diesen Verengungen entsprechen, unter jenen Anschwellungen und an den Verästelungen eine Zusammenschnürung und später eine vollständige Theilung Statt finde; alsdann zeigen die Saftgefäße anstatt einer stetigen Höhlung

eine Reihe von Höhlungen, die durch eben so viele Knoten von einander abgesondert sind; er nennt sie alsdann gegliedert (Vasa laticis articulata) (Fig. 57); ausgedehnt (expansa) (Fig. 56, 55 b) in dem vorhergehenden Zustande, welcher den höchsten Grad ihrer Lebensthätigkeit anzuzeigen scheint; zusammengezogen (contracta) (Fig. 55 a) in dem ersten Grade ihrer Entwicklung.



55. 56. 57.

Wenn man diesen Zustand mit dem der andern Gefäße vergleicht, so bekäme man eine ganz umgekehrte Verfahrungsweise in Beziehung auf die andern, weil man anstatt anfänglich deutlicher Zellen, die sich mit einander verbinden und verwachsen, um eine stetige Röhre zu bilden, gleich anfangs vollständige Röhren anträfe, die sich endlich unterbrechen und in eine Art von Zellen zertheilen. Dieses Kennzeichen, wenn man anders die

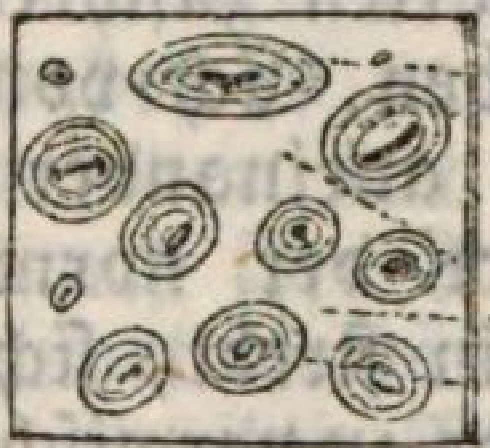
55 und 56. Saftgefäße von dem Schellkraute (Chelidonium majus).
57. Saftgefäße von der Euphorbia dulcis.

Wahrheit desselben nicht in Zweifel zieht, und auf jeden Fall die häufigen Verbindungen der Röhren, die ein eigentliches Netz bilden, zeichnen also hauptsächlich die Saftgefäße aus, sowie auch die undurchlöcherte Wand, in deren Dicke man keine verdünnte Zwischenräume bemerkt, und welche die anfängliche Haut unter der Gestalt von Bändern, Streifen und Punkten, wie man sie bei den andern Gefäßen, Fasern und Zellen angegeben hat, ganz frei läßt. Diese anfangs dünne Wand verdickt sich, so wie wir es bereits angegeben haben, im Alter; einige Schriftsteller haben sogar an derselben eine Reihenfolge von Schichten finden wollen.

§. 15. **Vereinigungsmittel der einfachen Organe.** — Nachdem wir die Hauptmodifikationen, welche die einfachen Pflanzenorgane aufweisen, abgehandelt haben, dürfen wir ein Problem nicht unbeachtet lassen, das in der neuesten Zeit die Botaniker sehr beschäftigte; es besteht nämlich darin, das Mittel oder die Kraft zu erforschen, welche diese Elemente, die wir bisher einzeln betrachtet haben, unter einander verbindet. Da sich alle auf die Zelle, mit welcher sie anfangen, zurückführen lassen, da die Zellen oft den größeren Theil der Pflanze und bisweilen sogar die ganze Masse der Pflanze ausmachen, so reduzirt sich das Problem auf die Angabe der Verbindungsweise der Zellen unter sich.

Nach der Meinung der Einen geht ihre Vereinigung auf eine unmittelbare Weise vor sich; die anfänglich halb flüssigen Wände der Zellen behalten einige Zeit lang einen Grad von Weichheit, der hinreichend ist, die Wände mehrerer benachbarten Zellen, wenn sie sich begegnen und sich bei ihrer Entwicklung berühren, unter sich zusammen zu leimen, so daß sie auch beim Trocknen in den, nach der Gestalt und der Beschaffenheit des Gewebes, das sie bilden, verschiedenen Graden so zusammengeleimt bleiben.

Die Lehre von der mittelbaren Vereinigung, welche nur wenig Anhänger gezählt hatte, hat sich seit einigen Jahren auf eine bedeutende Autorität, nämlich auf die des Hugo Mohl gestützt, wieder hervorgethan. Er meint, daß zwischen den Zellen eine Art Leim, der seiner Natur nach von ihnen verschieden sei, austrete, durch den sie verbunden werden und den er Zwischenzellenstoff nennt. Bei gewissen Pflanzen von sehr einfachem Baue, wie z. B. bei den Pflanzen, welche im Wasser, vorzüglich im Meerwasser leben, bei denen, welche man gewöhnlich Tang nennt und die wir später unter dem Namen Fucus untersuchen werden, liegen die Zellen (Fig. 58 aa), woraus die ganze Pflanze besteht, sehr weit auseinander und lassen einen Raum zwischen sich, der oft größer als ihr Durchmesser ist, und dieser ganze Raum ist von diesem Zwischenzellenstoffe ausgefüllt (b), der demnach den größten Theil der Masse bildet.



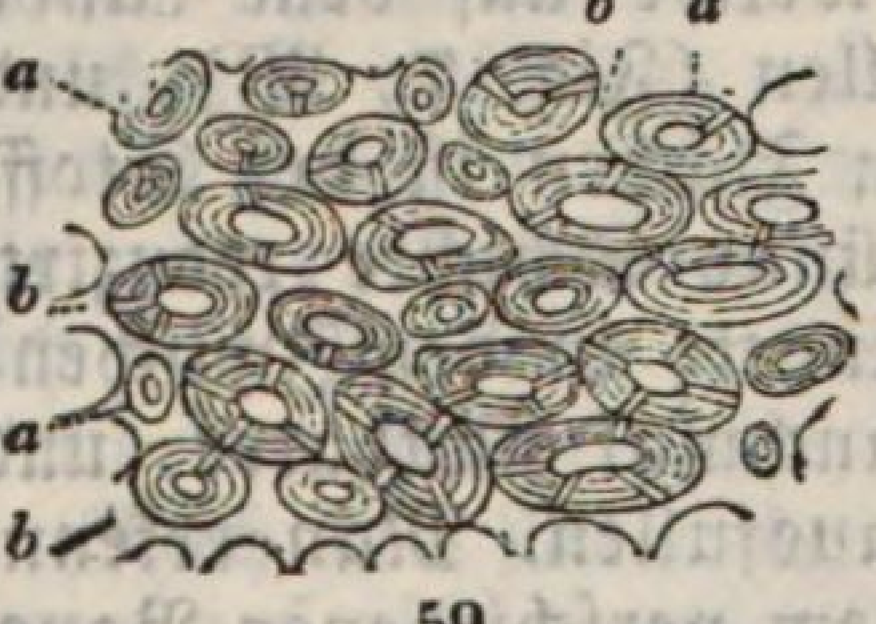
58.

Bei den zusammengesetzteren Pflanzen hingegen, bei den Bäumen und Kräutern, welche auf dem Lande wachsen, berühren sich die Zellen (Fig. 7, 28), und zwischen ihren sich berührenden Flächen ist der Stoff, der sie vereint, auf eine so dünne Schichte reduzirt, daß er unsern Augen entschwindet; in den Zwischenzellengängen wird er aber manchmal sichtbarer, und er kann sie sogar vollständig ausfüllen. Man erkennt ihn an seiner Farbe und an seinem verschiedenen Baue, und nur dadurch, daß seine Mischung mit der Mischung der Zellhaut nicht einerlei ist, können die Zellen durch Reagentien, welche den Stoff auflösen ohne die Haut anzugreifen, aus ihrem Aggregatzustande gebracht werden.

§. 16. Mirbel tritt keiner von den vorhergehenden

58. Gewebetheil einer Seepflanze (**Himanthalia lorea**). — *aa* Zellen. — *b* Zwischenzellenstoff.

Meinungen bei. Nach seiner Ansicht fängt das Zellgewebe mit einer Art von Schleim an, den man mit einer Auflösung des arabischen Gummi vergleichen kann; dieser verdickt sich immer mehr und höhlt sich, anfänglich stetig und voll, eine große Menge kleiner Fächer, welche die Höhlungen der Zellen sind. Die benachbarten Zellen waren also ursprünglich durch eine gemeinschaftliche Wand getrennt, welche so bleiben könnte, welche aber häufiger bisweilen in ihrem ganzen Umfange, bisweilen bloß theilweise und zuerst gegen die Winkel hin endlich zerreißt. Nach dieser Theorie wäre die Entwicklung der Zellen gerade das Umgekehrte von der, die man ihr in den andern Theorien zuschreibt; die Zellen würden also darnach streben, sich von dem Leime zu befreien, und nicht, sich aneinander zu leimen, und ihre Vereinigung wäre der normale und ursprüngliche Zustand, der dahin strebt, sich auf eine progressive Weise mit dem Alter zu verwischen. Wenn dieses Gewebe (Fig. 59 bb) in diesem Zustande bleibt und auf diese Weise ein stetiges Netz bildet, wovon jede Fläche mit einer deutlichen Zelle (aa) ausgefüllt ist, so nennt es Mirbel dazwischenliegendes Zellgewebe (Fig. 59). Es ist klar, daß es hier die Rolle des Mohlschen Zwischenzellenstoffes spielt, obgleich sein Ursprung ganz verschieden ist.



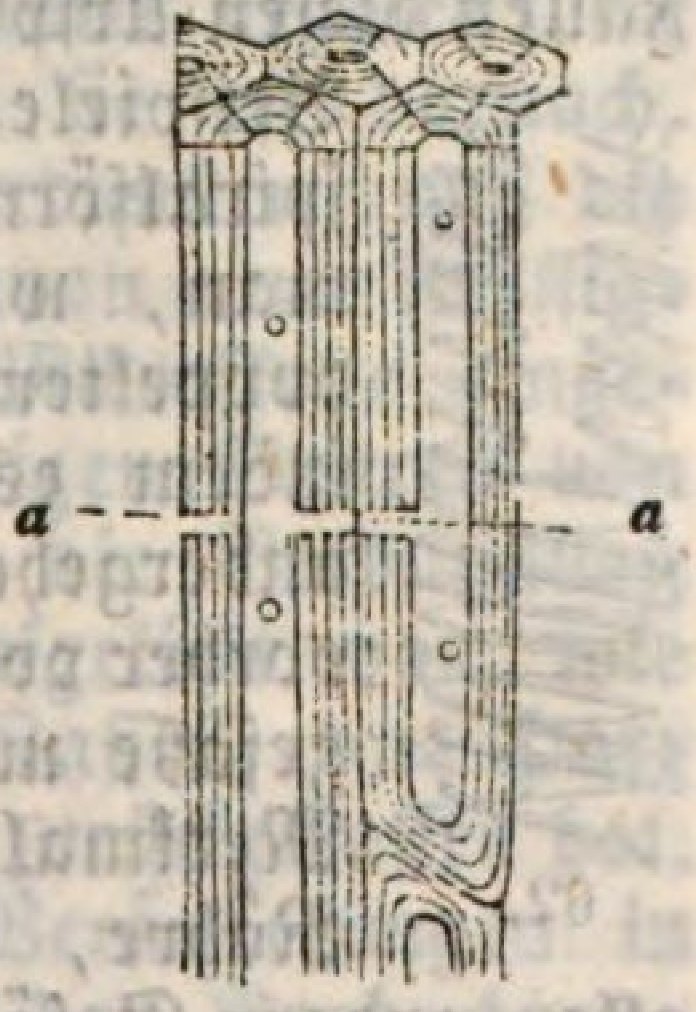
59.

§. 17. **Communikationsmittel der einfachen Organe.** — Wenn die Vereinigungsweise der einfachen Organe gewisse Unzuverläßigkeiten veranlassen kann, so ist ihre Communikationsweise ganz deutlich. Wir haben schon gesehen, daß sie von einer dünnen und einfachen Haut umschlossen sind, und daß, wenn

59. Centralstück von einer jungen Dattelwurzel. — *aaa* Zellen. — *bbb* Mirbelsches dazwischenliegendes Zellgewebe.

diese etwa dicker wird, dies nicht gleichförmig auf ihrer ganzen inneren Fläche der Fall sei, sondern daß sie auf einer großen Anzahl von Punkten frei bleibe. Nun ist die Durchgänglichkeit einer solchen Haut durch zahlreiche und entscheidende Versuche erwiesen. Die Gase oder die Flüssigkeiten, die in den Höhlen der Gefäße und der Zellen enthalten sind, finden also immer, um von dem einen zum andern zu gelangen, eine Menge von Seitenkanälen, die bloß durch eine häutige Scheidewand geschlossen sind. Mehrere Schriftsteller haben sogar das Dasein dieser Scheidewände geläugnet und Poren und Spalten das genannt, was wir Punkte und Streifen hießen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Haut oft an denen Stellen wirklich verschwindet, wo sie frei liegt; wir haben es an den Enden gesehen, die mit den Fasern oder mit den Zellen in Berührung stehen, welche durch ihre Reihe die Gefäße bilden. Manchmal verschwindet die häutige Röhre eines Gefäßes endlich ganz und ihre Ringe werden nur noch von den benachbarten Theilen getragen, welche in den Zwischenräumen die Wand des Cylinders bilden. Das Dasein ächter Löcher an den Zellen gewisser Pflanzen ist außer Zweifel gesetzt worden.

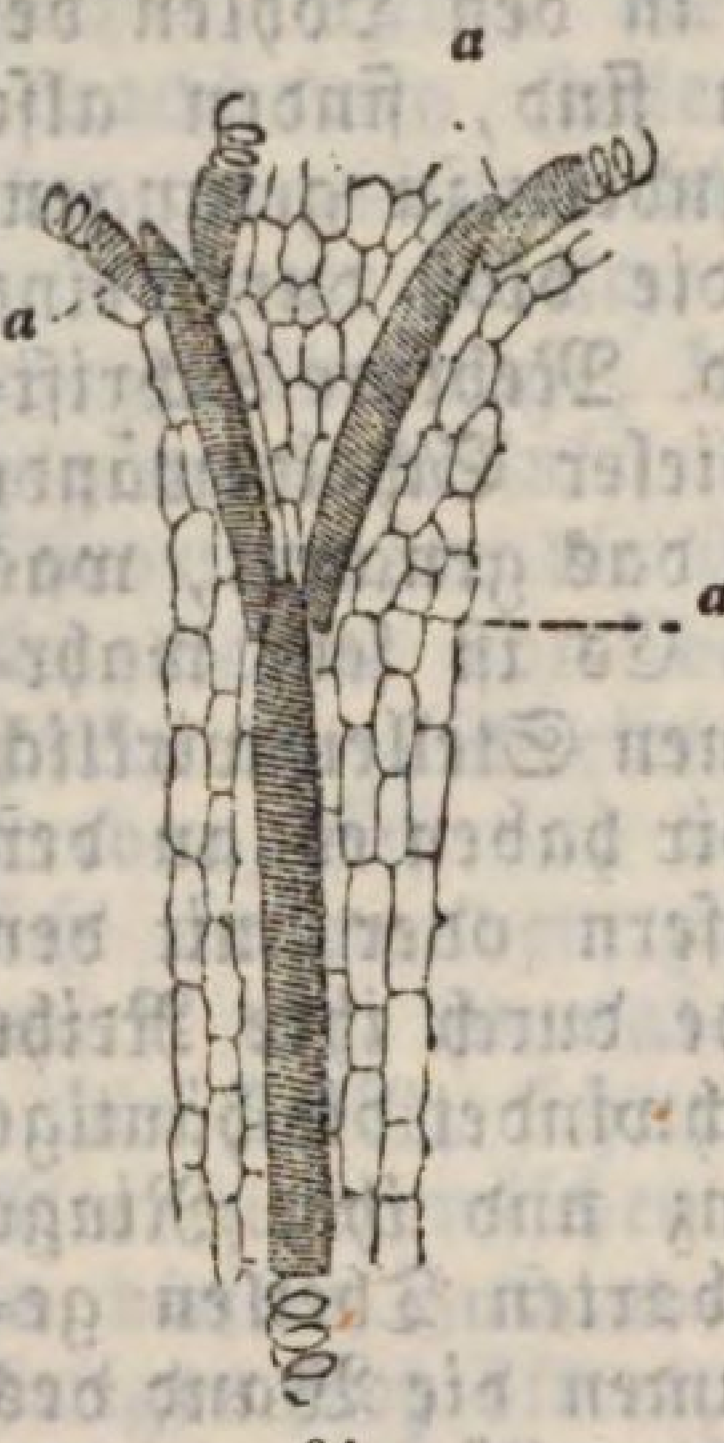
Bei zwei aneinander stoßenden Zellen entsprechen die Seitenkanäle der einen gewöhnlich denen der andern, so daß im Allgemeinen zwei Kanäle, welche verschiedenen Zellen gehören, nur einen einzigen zu bilden scheinen (Fig. 60 a), indem sie die beiden Höhlungen in Communikation bringen, ohne daß ihre Stetigkeit von der einen zur andern unterbrochen werde.



60.

60. Verlängerte Zellen in der Wurzel des Dattelbaums. — aa Communikationskanäle.

§. 18. Wenn sich aus einer Gruppe büschelförmig vereinigter Gefäße einige losmachen, um sich nach einem Seitenpunkte hin, z. B. von einem Zweige in ein Blatt zu begeben und auf diese Weise durch Bildung eines Knies ihre erste geradlinige Richtung aufgeben, so scheint die Stetigkeit der Röhren an dem Knie unterbrochen zu sein; die Gefäße, welche dieser neuen Richtung folgen, hängen sich mit ihren Enden (Fig. 61 aaa) an die Gefäßende, welche zu Bildung des ersten Büschels beitrugen. Es geht also hier beinahe das Nämliche vor, was bei jedem Vereinigungspunkte von Fasern oder Zellen, deren geradlinigte Reihe ein Gefäß bildet, der Fall ist, nämlich eine theilweise oder vollständige Durchbohrung der angehängten Flächen, nur findet eine schwache Abweichung der sich auf diese Weise vereinigenden Enden Statt.



61.

Obgleich die gefäßigen Verästungen fast in allen Fällen diesen Ursprung haben, so hat man doch einige Beispiele von wahrhaft ästigen, ungegliederten, spiralförmigen Röhren (Fig. 62). So sieht man, wie sich bisweilen ein Luftgefäß mit doppelter Spirallinie in zwei Theile spaltet, indem es durch das winkelbildende Auseinandergehen der zwei Spirallinien, die sich vorher vollkommen parallel rollten, zwei Luftgefäße mit einfacher Spirallinie bildet. Das Merkmal einer Verästung mit Stetigkeit der Röhre, wodurch man die Saftgefäße von allen andern Gefäßen unterschieden hat, ist daher nicht so unbedingt, wofür man es allgemein ausgegeben

62.

62. Luftgefäß an einer Pfebe (Cucurbita pepo).

hat, obgleich sie sich übrigens von den andern zu sehr unterscheiden, als daß es schwer sein sollte, sie gehörig zu bestimmen.

§. 19. **Inhalt der Organe.** — Wir haben gesehen, daß das Pflanzengewebe mit Höhlungen von verschiedenen Gestalten, welche das Innere der Zellen, Fasern oder Gefäße einnehmen, oder sich in ihren Zwischenräumen befinden, ganz besäet ist. Wir wollen jetzt untersuchen, was in diesen Höhlungen ist, ob sie leer oder mit andern Körpern angefüllt sind.

Sie scheinen oft vollkommen leer zu sein; man sieht aber gewöhnlich, wenn man sie unter Wasser öffnet, kleine Bläschen aus ihnen aufsteigen, welche das Dasein eines Gases anzeigen. Alle Zwischenstufen von diesem luftförmigen Bestande an bis zum festesten, zeigen uns die Stoffe, die in den Höhlungen des Pflanzengewebes enthalten sind, und welche sich in dem Zustande eines Dampfes, einer klaren oder verdickten Flüssigkeit, einer Gallerte, eines Teiges, zerstreuter oder in eine Masse vereinigter Körnchen, eines Steines oder Krystalls befinden. Ihre Beobachtung muß natürlicherweise um so leichter sein, je näher sie einem festen Körper kommen; als Gas muß man zu ihrer Bestimmung die Chemie zu Hülfe nehmen; im tropfbar flüssigen Zustande streben sie oft darnach, aus dem entblößten Gewebe zu verdunsten, und die Zelle, welche im lebenden Zustande von einer Flüssigkeit strozte, kann sich unter dem Mikroskope eingefallen und leer, oder bloß mit einigen Spuren von einem festen Körper zeigen, wenn die Verdunstung irgend einen Körper, der vorher aufgelöst war, wie das Gummi oder der Zucker in Wasser, das Harz in einem wesentlichen Oele, trocken zurückgelassen hat. Es können auch einige chemische Veränderungen in der Natur des Inhalts während der Beobachtung vorfallen, welche ihn, da sie ihn seinen Lebensverhältnissen entreißt, nothwendig mit neuen Agentien,

mit der Luft oder dem Wasser in Berührung bringt ꝛc. Die Untersuchung, deren Resultate von so hoher Wichtigkeit sind, um Aufschluß über das Leben der Pflanze zu ertheilen, muß also mehr Vorsicht und ein indirekteres und mannigfaltigeres Verfahren erheischen, und nothwendig weniger vorangerückt sein, als die, mit denen wir uns bisher abgegeben haben.

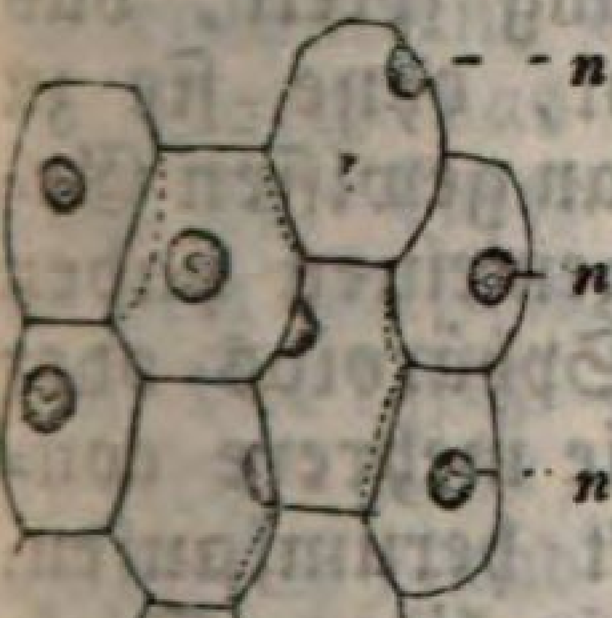
§. 20. Wenn wir mit den festen Stoffen den Anfang machen, deren unmittelbare Beobachtung am leichtesten ist, so sehen wir, daß sie in der Höhlung, in welcher sie enthalten sind, verschiedene Lagen haben können. Sie können sich demnach auf ihre ganze Oberfläche legen und auf diese Weise gleichsam eine innere Schichte bilden, die man bisweilen von den andern nur durch die Wirkung der Reagentien unterscheiden kann, welche eine verschiedene chemische Mischung anzeigen. Dies ist der Fall bei der stark stickstoffhaltigen Materie, die man so vorbereitet fast in allen äußerst jungen Zellen findet, und deren Schichte von dem salpetrigsauren Quecksilber roth gefärbt wird, das die übrigen Wände nicht färbt. Die Materie, welche man den Holzstoff nennt, und den man in den holzichten Fasern antrifft, legt sich nicht bloß an die Wände an, sondern durchdringt sie ganz, wie eine Materie, die im flüssigen Zustande in einen Schwamm eindringt, sodann fest werden und einen Körper mit ihm bilden würde. In diesen Fällen vermengt sich der Inhalt, der unmittelbar auf die Wände kommt, oder sogar in ihre Dicke eindringt bis auf einen gewissen Punkt mit der Hülle selbst.

Der nämliche Fall tritt bei dem Kiesel ein, der sehr häufig die Pflanzengewebe mit einer Rinde überzieht. Man kann sich dadurch davon überzeugen, daß man auf einer Glasplatte einen kleinen Theil von einem dieser Gewebe sachte verbrennt. Das Feuer zerstört die vegetabilische Substanz, aber nicht die mineralische, wovon die erste durchdrungen war und

welche bei ihrem Absatze auf der Platte das kieselige Skelett des organischen Gewebes, das verschwunden ist, abzeichnet. Dies zeigen z. B. in einem merkwürdigen Grade die Stengel der Grasarten, die man gewöhnlich unter dem Namen Stroh kennt, und dies ist auch der Ursprung der verglasten Massen, die man bisweilen in den Trümmern eines in Brand gerathenen Getreideschobers findet.

§. 21. Die in dem Innern der Zellen enthaltene Materie erscheint oft in Gestalt von Körnern, die einen sind zerstreut, die andern in einen Klumpen zusammengehäuft. Man findet auch häufig solche, die sich an den Wänden zeigen, an denen sie sogar festzuhängen scheinen; sie zeigen sich auf denselben als Flecken oder Punkte, welche man von außen mit denen verwechseln könnte, welche aus den Durchbohrungen entstehen, die wir in der Dicke der Häute, woraus diese Wand besteht, schon angegeben haben.

In den meisten sehr jungen Zellen und selbst in allen, nach der Meinung gewisser Botaniker, bemerkt man eine körnige kugel-, oder häufiger noch linsenförmige Anhäufung, die auf der inneren Fläche liegt, oder sogar in die Haut gleichsam eingedrückt ist (Fig. 63). Im Allgemeinen verliert sie immer mehr ihr Aussehen, sowie sich die Zelle entwickelt, und verschwindet endlich ganz. In gewissen Theilen und in gewissen Pflanzen bleibt sie aber doch. Man hat sie nucleus oder Zellenkern genannt, ein Name, für den Schleiden den Namen Cytoblast (κυτὸς, Höhlung, Zelle und βλάσος, Knospe, Keim) wegen der Verrichtungen, welche er ihm zuschreibt, nämlich die, durch seine spätere Entwicklung die Zellen zu erzeugen, von denen er



63.

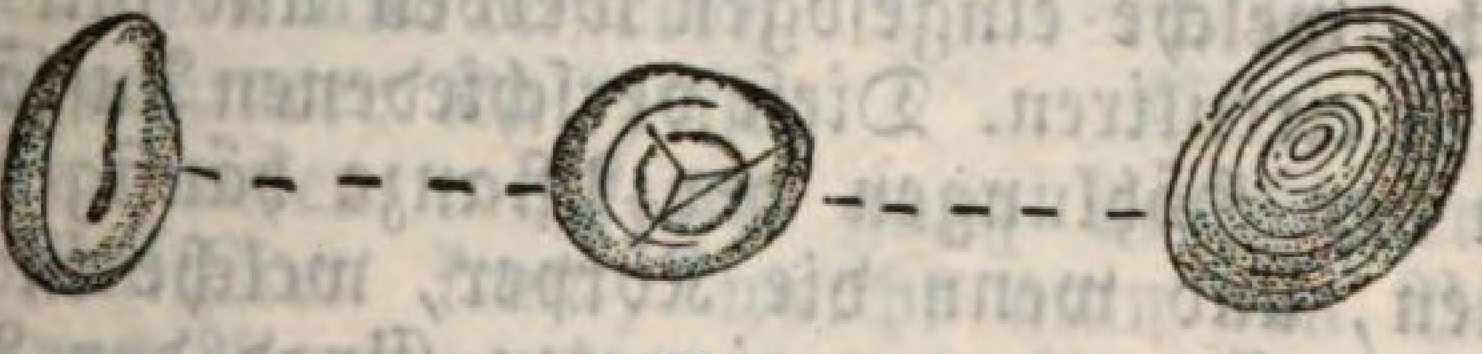
63. Junge Zellen mit ihrem Kern *nnn*, von einer Runkelrübe.

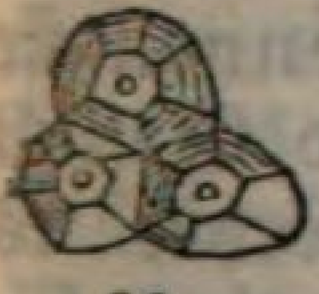
gewissermaßen der Pflanzenembryo wäre, angenommen wissen will.

Die Körnchen sind bisweilen sehr zahlreich und gedrängt, um sich besonders nach der Verdunstung der Flüssigkeiten in eine compacte Masse zu vereinen, welche fast die ganze Zellenhöhlung ausfüllt. Manchmal sieht man sie frei und getrennt. Ihre Natur ist mannigfaltig, wie man dies aus der Mannigfaltigkeit ihrer Gestalt und vorzüglich aus der verschiedenen Wirkung beurtheilen kann, welche gewisse Substanzen, namentlich eine Jodauflösung, deren sich die Beobachter gewöhnlich zu diesem Zwecke bedienen, auf sie äußern. Wenn man einen Tropfen davon auf die Zellen gießt, deren Inhalt man auf diese Weise untersuchen will, so sieht man, wie sich die Körnchen bald braun oder mehr oder weniger blaßgelb, bald blau oder mehr oder weniger dunkelviolett färben. In dem ersten Falle kann man sich in der Regel dahin aussprechen, daß der Stoff der Körnchen mehr oder weniger stickstoffhaltig, Eiweiß oder vegetabilischer Käsestoff sei; in dem zweiten erfährt man, daß die Körnchen, aus einem Stoffe bestehen, der ganz frei vom Stickstoffe, und in den Pflanzen außerordentlich verbreitet ist und eine wichtige Rolle in ihrer Ernährung spielt, das Satzmehl. Wenn man diese untersucht, ohne sie zu färben, so kann man sie übrigens auch an gewissen Gestaltauszeichnungen erkennen. Im Allgemeinen haben sie die Gestalt eines unregelmäßigen Sphäroids oder Polyeders, an welchem man sieht, wie mehrere concentrische Kreise um einen Mittelpunkt herumlaufen, der gewöhnlich gegen die Peripherie hin liegt. Diese Kreise sind die Zeichen von eben so vielen Schichten, die um einen kleinen Kern herum, den der Mittelpunkt anzeigt, über einander liegen, und demnach haben sich die Körner in umgekehrter Richtung mit der Zelle, d. h. von innen nach außen entwickelt. Will man noch ausführlicher zu Werke gehen, so sieht

man, daß die Gestalt des Satzmehles, das von verschiedenen Pflanzen genommen ist, veränderlich, aber sehr beständig bei einer und derselben Pflanzenart ist, so daß ein geübtes Auge erkennen kann, zu welcher es gehöre. Man untersuche auf diese Weise, um die bekanntesten Beispiele zu nehmen, vergleichungsweise äußerst dünne Schnitten von einem Erdapfel (Fig. 64) von einem Getreidekorn (Fig. 65) und von einem

64.


65.


66.

Maiskorn (Fig. 66) und man wird finden, daß die Satzmehlkörner sich unter diesen dreien hinlänglich unterscheiden, um sich in der Folge leicht wieder erkennen zu lassen. Wenn man zu dem kleinen Wassertropfen, in welchem man gewöhnlich die Schnitten läßt, um ihrem Vertrocknen vorzubeugen, eine noch kleinere Menge Jodauflösung thut, so wird man sehen, wie sich die Körnchen sogleich färben und wie sich die Zellen, welche sie enthalten, deutlicher hervorheben.

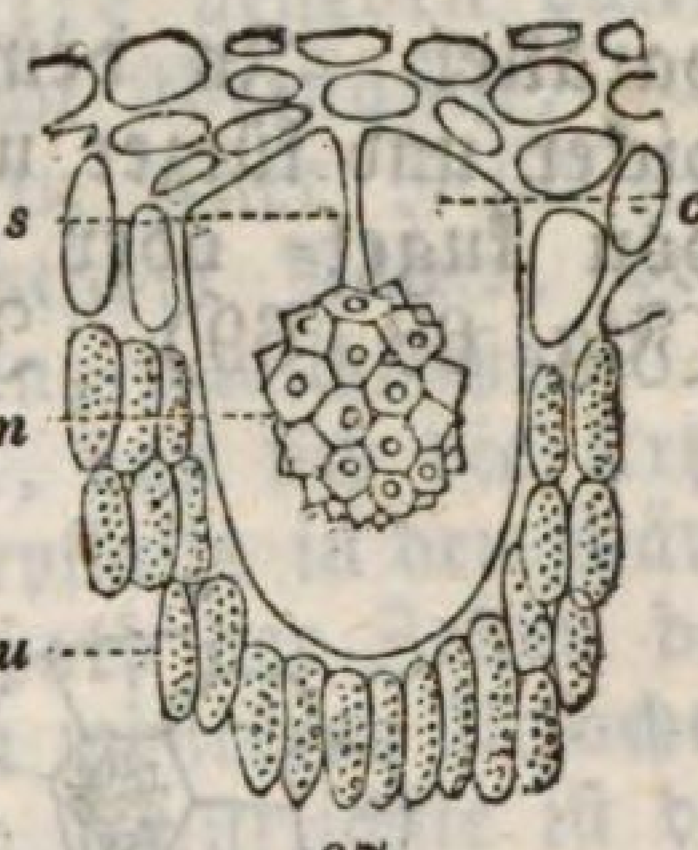
Durch das Dasein zahlreicher Körnchen zeigt sich auch der Later oder der eigentliche circulirende Saft in den Gefäßen, denen er auch seinen Namen gegeben hat (Fig. 55, 56, 57). Im Allgemeinen sind sie sehr klein, wie eine Art Staub, aber ungleich unter sich, und mitten unter ihnen bemerkt man einige weit größere und bisweilen von wunderlicher Gestalt, welche das Jod als Satzmehlkörner zu erkennen gibt.

§. 22. Sehr häufig trifft man auch Krystallisationen in dem Innern der Zellen an, wo ihre

64. Zelle mit Satzmehlkörnern von einem Erdapfel.
65. Satzmehlkörner vom Getreide.
66. Satzmehlkörner vom Mais.

Gegenwart nichts Befremdendes haben kann. Es bildet sich nämlich durch den Vegetationsprozeß in den Organen der Pflanze eine gewisse Anzahl besonderer Säuren, wie z. B. die Oxalsäure, Aepfelsäure u. s. w., und sie selbst zieht die in dem Wasser der Atmosphäre und der Erde aufgelöste Kohlensäure ein; auf der andern Seite enthält der Boden unorganische Alkalien, wie Kalk, Kali, Kieselerde in Auflösung in sich, welche eingesogen werden und mit dem Pflanzensafte circuliren. Diese verschiedenen Auflösungen müssen in den Höhlungen der Pflanze häufig zusammenkommen, und wenn die Körper, welche in denselben enthalten sind, den geeigneten Grad der Verwandtschaft zu einander und die Eigenschaft haben, eine unlösliche Verbindung unter sich einzugehen, so können sie sich zu Salzen von mannigfaltiger Natur und Gestalt krystallisiren. Bei dem ersten Anblick möchte es scheinen, daß es eine rein chemische Operation sei, die in dem Inneren der Zellen vor sich geht, wie sie in jedem Recipienten vor sich gegangen wäre, in welchem sich diese nämlichen Lösungen unter einander gemischt und in Ruhe befinden und wenn man die Krystalle um so vielfacher antrifft, je älter das Parenchym und je geschwächter seine Lebensthätigkeit ist, so wird man in dieser Meinung bestärkt, daß ihre Bildung in das Gebiet unorganischer Kräfte und nicht der Lebenskräfte gehöre. Mehrere Betrachtungen unterstützen jedoch die entgegengesetzte Meinung, und namentlich die erst kürzlich von Payen gemachte Beobachtung, daß sich nämlich die Krystalle in der Zelle nicht frei bilden und in derselben herumschwimmen, sondern daß ein besonderer, gut organisirter Apparat da sei, der sie erzeugt und hält. Von einem Punkte in der Wand dieser Zellen geht eine Schnur aus, die selbst wieder aus kleineren Zellen besteht, und welche eine Masse schwebend trägt, die man für ein sehr feines und im Zustande des Werdens begriffenes Zel-

gewebe erkennen kann (Fig. 67). Später setzt sich in dem Inneren der kleinen Zellen dieser so schwebenden Masse die mineralische Substanz wie in einer Gangart ab und krystallisirt; und diese Zellen scheinen die Gränzen und die Gestalt der Krystalle zu bestimmen; so daß ein und dasselbe Salz, z. B. oxalsaurer Kalk, in den Gewächsen unter mehreren ganz verschiedenen Gestalten krystallisiren kann, welche man den Verschiedenheiten des Apparates, durch welchen die Krystallisation bewirkt wird, zuzuschreiben hat. Man hatte die Zellenmasse vor dem Niederschlage des Salzes gesehen, man kann sie nachher entwickelter und bestimmter in ihren Formen sehen, wenn man das Salz durch ein Reagens auflöst, welches das Gewebe nicht angreift. Ohne Anwendung dieses Mittels entgeht das organische Gewebe, das den Krystall umgibt, wegen der Feinheit seiner Häute, die sich innig auf die krystallinischen Flächen legen, dem Blicke.

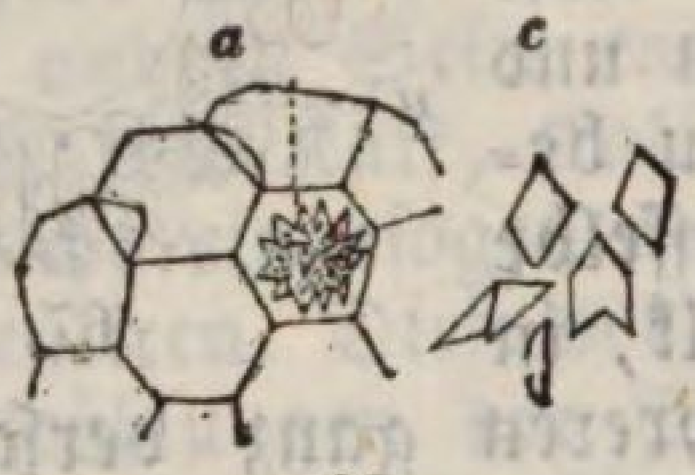


67.

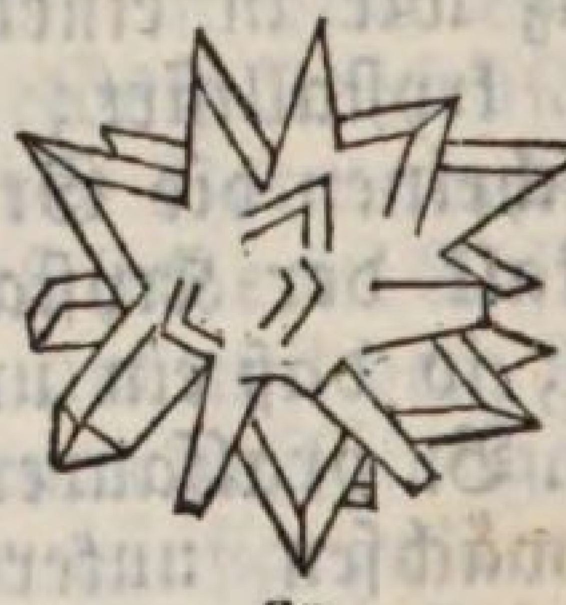
Bisweilen enthält eine und dieselbe Zelle nur einen einzigen Krystall oder eine kleine Anzahl von Krystallen, und alsdann gestattet es ihr ziemlich bedeutendes Volumen, ihre Gestalt deutlich zu bestimmen. Häufiger sind sie aber in derselben in größerer Menge beisammen und ihre Kleinheit macht ihre Bestimmung sehr schwierig und unzuverläßig. Nun gruppiren sie sich im Allgemeinen nach zwei verschiedenen Anlagen; sie laufen entweder von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus oder mit einander

67. Masse eines Zellgewebes von dem Blatte eines Feigenbaums (Ficus elastica), in welcher sich Krystalle entwickeln, deren Anhäufung einen stachlichten Kern bildet, *n*. Sie schwebt an einer Art Röhre, *s*, in dem Innern einer erweiterten Zelle, *c*, die unter der Epidermis liegt und von kleineren Zellen, *u*, umgeben ist, die voll Körner sind, welche von dem Chlorophyll grün gefärbt werden.

parallel. In dem ersten Falle sind sie gewöhnlich dicker und kürzer und ihre Anhäufung bildet eine Art von kugel= oder eiförmigem Kerne voller Spitzen (Fig. 68, 69). Im zweiten Falle sehen sie wie ein

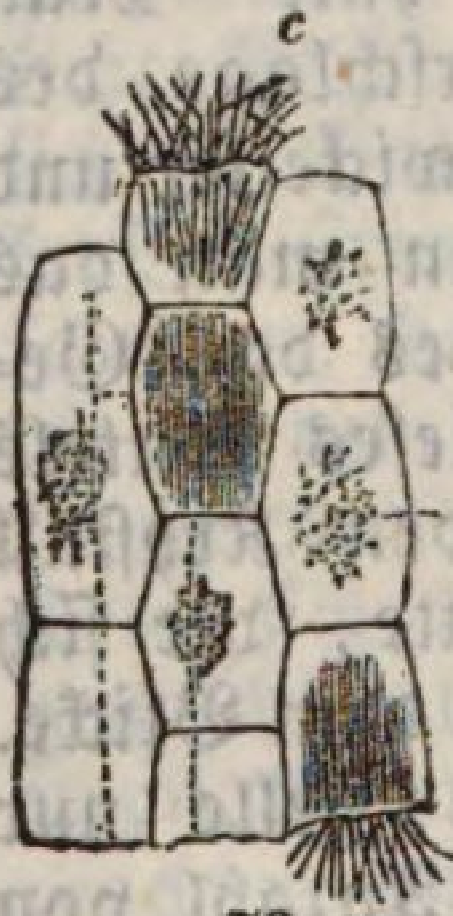


68.

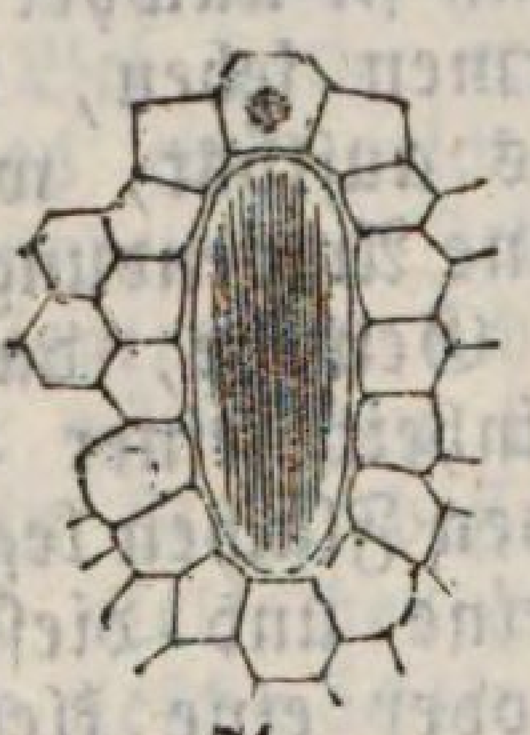


69.

Büschel feiner Nadeln aus (Fig. 70, 71). Das

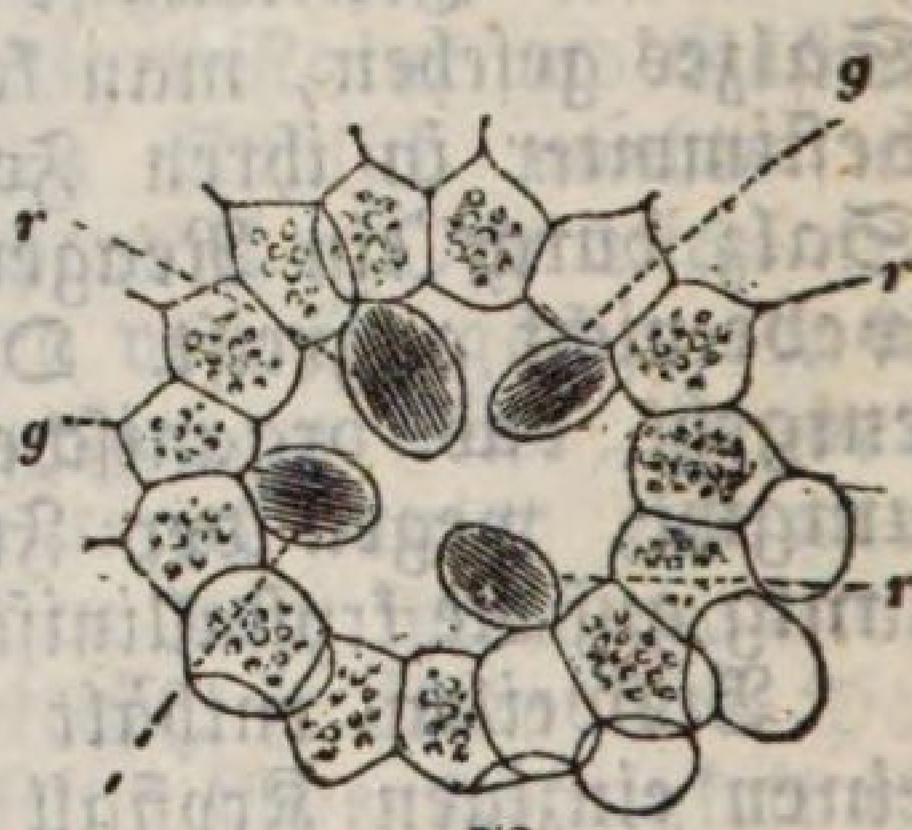


70. r



71.

r



72.

sind die Nadeln, welche anfänglich für ein Pflanzen= organ, für eine Art Haar gehalten wurden und denen

68. Zellgewebe der Runkelrübe; in einer von den Zellen eine Anhäufung von stachlichten Krystallen, *a.* — Abgesonderte Krystalle, *c.*

69. Angehäufte Krystalle in einer Blattstielzelle der Rhabarber (**Rheum undulatum**).

70. Zellgewebe des Kalbsfußes (**Arum vulgare**). Mehrere Zellen sind voll von Chlorophyllkörnern, *g.* Andere von Nadelkrystallbü= scheln, *r r.*

71. Büschel von Nadelkrystallen in einer erweiterten Zelle, die andere kleinere Zellen umgeben; sie ist gleichfalls vom **Arum** genommen.

72. Theil des Gewebes von einer Aroidenart (**Colocasia odora**). Zellen mit Körnern vom Chlorophyll, *g g*; sie lassen zwischen sich eine Vertiefung, in welche vier andere Zellen einen Vorsprung bilden, welche Büschel von Nadelkrystallen enthalten, *r r r r.*

man den Namen Nadelkrystalle gegeben hatte. Die Bemerkung ist hier gewiß nicht überflüssig, daß das Vorkommen von Krystallen in einer Zelle gewöhnlich die Körnchen von organischer Natur, von denen wir vorhin gesprochen haben, ausschließe.

Man hat bisweilen angegeben, daß sich die Krystalle und hauptsächlich die Nadelkrystalle in den Gängen oder den Vertiefungen außerhalb der Zellen befinden. Dieser Irrthum kann von mehreren Ursachen herrühren, die gewöhnlichste und natürlichste ist die Zerstreuung dieser Körper in Folge der Zergliederung selbst, welche äußerst viele Aufmerksamkeit und Gewandtheit erfordert, um die Wände der Zellen nicht zu zerreißen; oft dringt das Instrument in diese ein, trennt die Nadelkrystalle und bringt sie zufälliger Weise in die benachbarte Höhlungen. Wenn man aber auch sogar das Gewebe geschont hat, so glaubte man doch bisweilen zu sehen, daß der Büschel der Nadelkrystalle in eine Vertiefung hineinrage oder sie fast ganz ausfülle. Dies rührt daher, daß die Zellen, in welchen sich auf diese Weise Krystalle bilden, sich oft ganz unverhältnißmäßig entwickeln, so daß ihre Höhlung wie eine Vertiefung aussieht (Fig. 71) oder daß sie, wenn sie an der Wand einer wirklichen Vertiefung liegen, wirklich in das Innere von dieser hineinragen (Fig. 72), welche alsdann selbst diese Krystalle zu enthalten scheint. Bis jetzt hat man diese nur im Innern der Zellen angetroffen.

Man findet zwar bisweilen in den Gängen oder Vertiefungen eine mineralische Materie, welche die Kieselerde entweder allein oder im Zustande einer Säure bildet; sie erscheint aber in unregelmäßigen Massen.

§. 23. Die Zellen, welche den größten Theil der Weizenkörner und der andern, an Satzmehl so reichen Cerealien bilden, und aus denen man das Mehl gewinnt, haben überdies noch in ihrer Höhlung eine weiche und sehr elastische Masse, welche sie ausfüllt

und die Körnchen klebrig macht. Dieser Stoff hat den Namen **Kleber** erhalten.

§. 24. Andere Stoffe zeigen eine immer weniger feste Consistenz, ohne deßwegen ganz flüssig zu sein; sie haben das Aussehen von wolkigen Flocken oder Gallerte; so ist z. B. die, welche eine so wichtige Rolle in dem Leben und dem Aussehen der Pflanze spielt und die man grüne Materie oder **Chlorophyll** nennt. Sie schwimmt in der Zellenflüssigkeit und strebt dahin, sich auf die festen Theile, die mit ihr in Beziehung stehen, auf die inneren Wände der Zelle und auf die Körnchen, welche dieselbe enthalten kann, abzusetzen. Darum ist sie von den Einen als eine grüne Flüssigkeit, von den Andern als eine Anhäufung von Körnchen von derselben Farbe beschrieben worden. Die Flüssigkeiten und die Körnchen sind an und für sich farblos, sie bekommen sie aber von der Schichte, die sie überzieht. Die Chlorophyllkörner können also wie die, welche wir bereits kennen gelernt haben, verschiedene Lagen haben; sie können an der Oberfläche der Höhlung fest sein, oder in der in ihr enthaltenen Flüssigkeit schwimmen; sie können verschiedene Gestalt und Größe, und unfehlbar auch verschiedene Eigenschaften haben. Man sieht, wie sich viele unter ihnen durch die Jodauflösung blau färben, was beweist, daß sie nichts anderes als Satzmehlkörner sind. Andere werden, entweder weil ihre zu dicke grüne Hülle die Einwirkung des Jods auf ihren Kern verhindert, oder weil die Substanz desselben verschieden ist, braun gefärbt. Oft sind mehrere Kerne in eine und dieselbe Hülle von grüner Gallerte zusammengeklebt, und bilden also ein zusammengesetztes Korn. Ein grüner Pflanzentheil, der einige Zeit in Alkohol gethan worden ist, entfärbt sich; man thut auf diese Weise die Löslichkeit des Chlorophylls in dieser Flüssigkeit dar und schließt daraus auf ihre Aehnlichkeit mit den Harzen.

Die Materie, welche bisweilen die Zellen gelb färbt, scheint vermöge ihrer Natur und ihrer Eigenschaften derselben nahe zu kommen, während diejenige, welche sie blau, roth oder violett färbt, die Consistenz einer wässerigen Flüssigkeit zeigt, in welcher sie sich vollkommen auflöst. Häufiger noch ist die Zellenflüssigkeit farblos oder fast farblos, sowie die, welche unter dem Namen Saft durch die Spiralgefäße läuft. Dieser enthält schon in Wasser aufgelöst einige von den Substanzen, die sich in den Zellen zu Boden setzen, oder die Elemente, aus welchen die Verbindung sie bilden soll. Man findet auch noch in den Zellen oder in den behälterförmigen Vertiefungen Flüssigkeiten von einer andern Natur, in Wasser aufgelöstes Gummi, fette und wesentliche Oele, und diese letzteren enthalten oft aufgelöste Harze. Die Gase findet man vorzüglich in den Vertiefungen, entweder gegen die Oberfläche der Pflanze hin oder auch wohl bisweilen in ziemlicher Tiefe derselben.

§. 25. Aus dem Vorhergehenden haben wir gesehen, daß Substanzen von verschiedener Natur und Consistenz die Höhlungen der verschiedenen Organe, woraus die Pflanze besteht, aber nicht ohne Unterschied, sondern in das oder jenes Organ verwiesen, ausfüllen. Man darf jedoch nicht erwarten, ein und dasselbe Organ mit dem nämlichen Stoffe angefüllt zu finden; die Lebensthätigkeit bringt in denselben fast immerwährende Veränderungen hervor, und erst dann, wenn das Leben unterbrochen oder erloschen ist, tritt in denselben ein fester und permanenter Zustand ein. Die Zelle, welche durch den Einfluß des Lichtes grün wird, war vorher farblos und nimmt, wenn sie alt wird, ganz verschiedene Farben an; bevor sie sich mit festen Körnchen füllte, war sie bloß von einer Flüssigkeit aufgetrieben; erst später enthält sie Krystalle; die Gefäße, welche in einer gewissen Jahreszeit den Saft fortschaffen, enthalten in den

andern Jahreszeiten nur Luft. Eine Untersuchung also, die nur in einer einzigen Zeit angestellt würde, gäbe falsche Aufschlüsse über die Verrichtungen aller dieser Organe, die man in allen Phasen ihres Lebens studiren muß, und gerade darum, weil die Beobachtungen so sehr zerstückelt wurden, zeigen sich so viele Abweichungen in den Ansichten.

Zusammengesetzte Organe.

§. 26. Die einfachen Organe, deren Hauptmodifikationen wir angegeben haben, bilden durch Verbindung unter sich die zusammengesetzten Organe. Diese, mehr oder weniger zusammengesetzt, mehr oder weniger zahlreich, verbinden sich nun wieder, um durch ihr Ganzes die Pflanze zu bilden. Wenn man diese Pflanze gleich bei ihrem Entstehen, d. h. in dem Zustande ihrer größten Einfachheit, beobachtet, und sie sodann in ihrer Entwicklung verfolgt, indem man alle Veränderungen, die sie erleidet, beurkundet, alle Theile, um die sie sich vergrößert, analysirt, so ist dies das sicherste Mittel, so vollständig und deutlich als möglich alle diese Organe kennen zu lernen, deren Ganzes die Art und Weise der Existenz der Pflanze und deren Wirkung ihr Leben begründet.

§. 27. Der erste Zustand, in welchem sich eine Pflanze darstellt, ist der einer Zelle (Fig. 74 und 75 E[1]), die mit einer körnigen Materie angefüllt ist (Fig. 75 E[2]). Es gibt Pflanzen, welche diesen äußersten Grad der Einfachheit ihr ganzes Dasein hindurch kaum überschreiten; alle fangen aber mit demselben an, sogar die, welche den höchsten Grad vegetabilischer Organisation zu erreichen bestimmt sind. Die erste Phase des Lebens eines organisirten Wesens ist die, während welcher er noch einen Theil des Wesens ausmacht, das ihm ähnlich ist, in welchem es sich entwickelte und

das ihm sein Entstehen geben wird. Es führt alsdann den Namen Embryo, und diese Periode seines Lebens wird die embryonäre genannt.

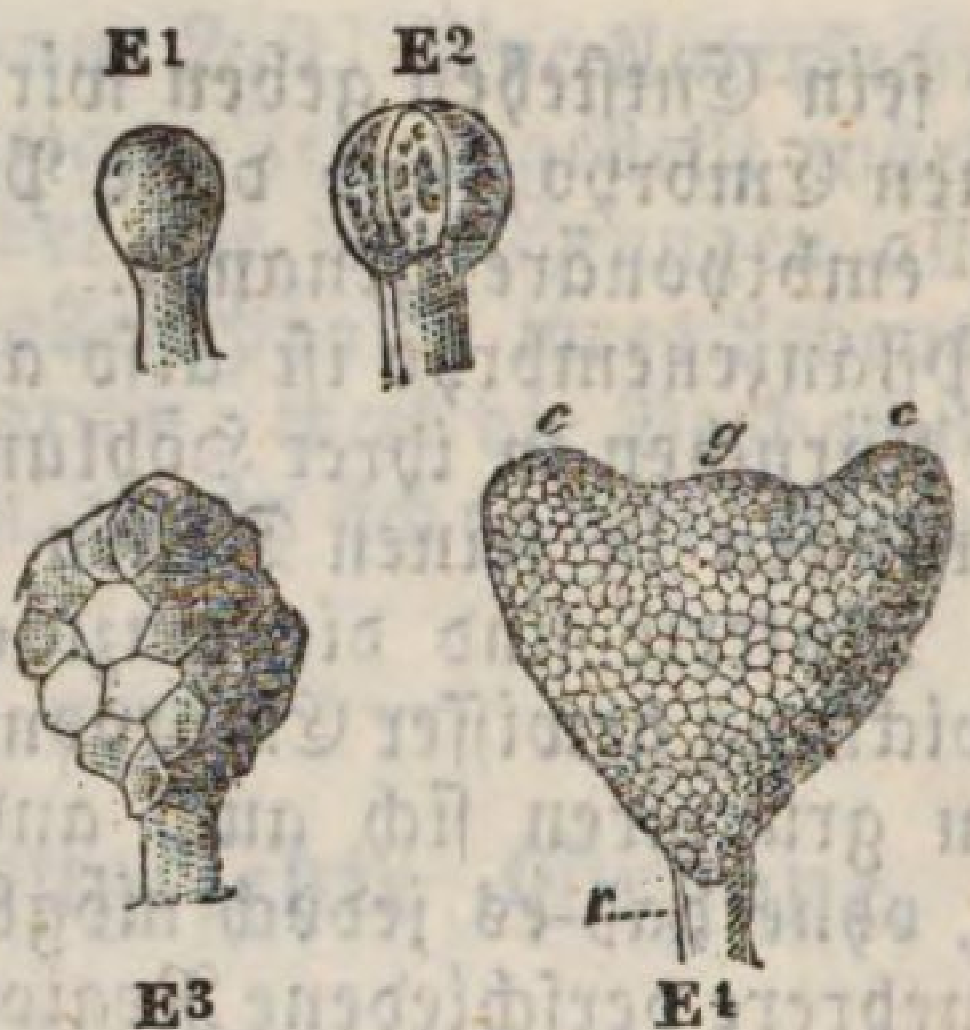
Ein Pflanzenembryo ist also anfänglich eine bloße Zelle mit Körnchen in ihrer Höhlung (Fig. 73). Einige Veränderungen in seinen Decken und in der enthaltenen Materie sind die einzigen, welche aus der Entwicklung gewisser Embryonen entspringen; bisweilen gruppiren sich auch andere Zellen um die erste, ohne daß es jedoch möglich ist, mehrere Theile, mehrere verschiedene Regionen an dieser kleinen, gleichartigen Masse zu unterscheiden.

73.

§. 28. Dagegen hat aber auch oft die Pflanze in ihrem Embryonenstande nicht bloß eine weit größere Masse durch das Anhäufen einer ziemlich großen Menge von Zellen erhalten, sondern sie hat auch sehr bestimmte Formen angenommen, und man kann an derselben frühe schon zwei Extremitäten unterscheiden, die einander gar nicht ähnlich sind. Die eine geht in der Richtung der Axe dieses mehr oder weniger regelmäßig eiförmigen Körpers fort, die andere weicht in etwas von derselben ab und bildet eine seitwärts stehende Warze (Fig. 74 E[4]), oder auch wohl zwei symmetrische Warzen (Fig. 75 E[4] cc), zwischen welchen die Achse durchgeht. Diese Warzen sind es nun, die man Kotyledonen (Samenlappen) nennt, und wir bekommen gleich in dieser Periode drei Modifikationen des Embryo: gleichartiger Embryo, ohne Unterscheidung der Theile, ohne Samenlappen (Fig. 73); Embryo mit einem Samenlappen (Fig 74 E[4]); Embryo mit zwei Samenlappen (Fig. 75 E[4]). Man nennt den ersten akotyledon, nacktkeimend, den zweiten monokotyledon, spitzkeimend, einsamenlappig, den dritten dikotyledon, zweisamenlappig.

73. Nacktkeimender Embryo von dem gemeinen Leberkraut (Marchantia polymorpha). Diese Arten von Embryonen führen auch den Namen Knoten (Gongyle).

74.



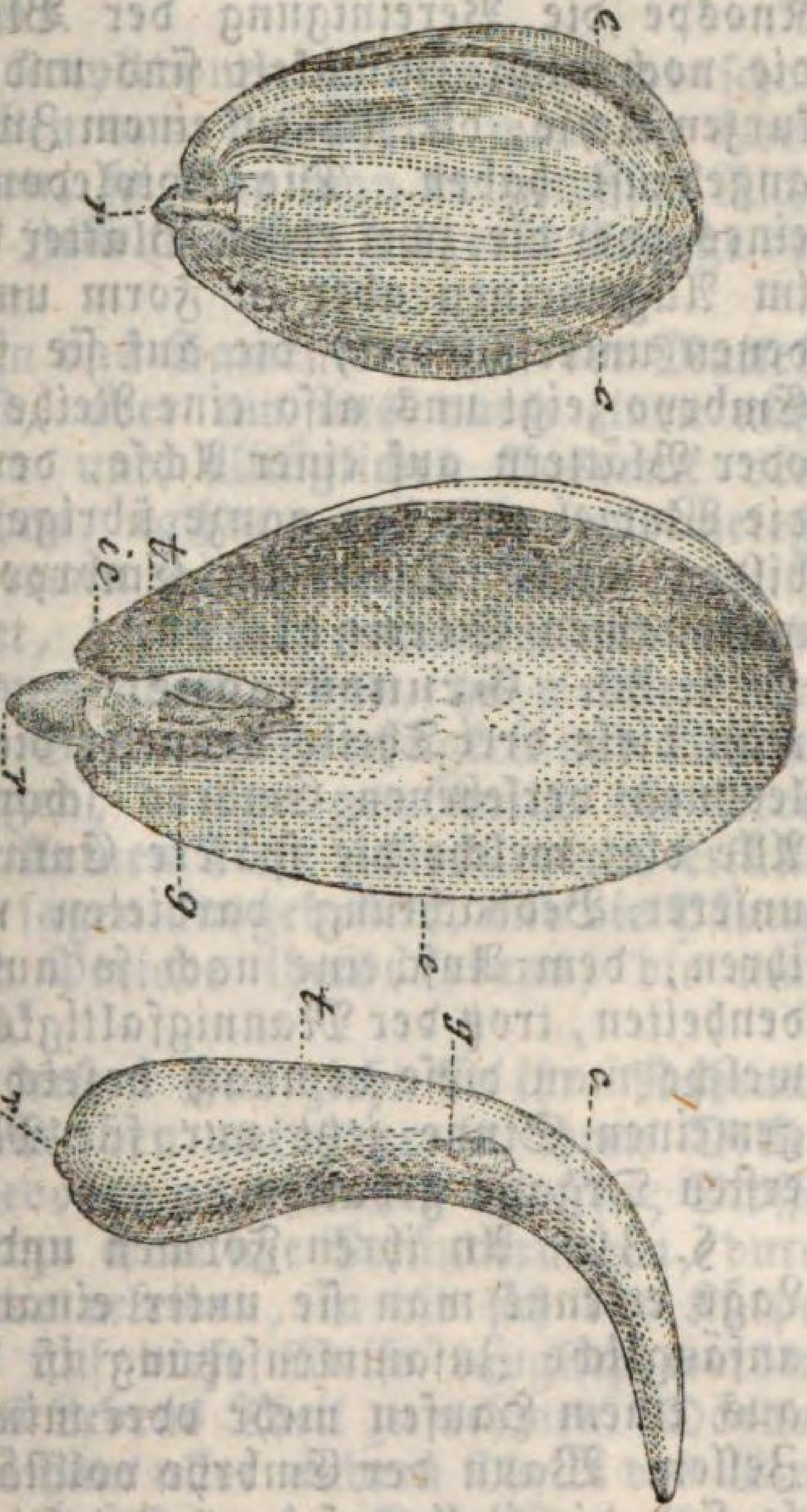
75.

§. 29. Im Allgemeinen sind die mit Samenlappen versehenen Embryonen nicht auf diese erste Anlage der Organe, die sie begründen, beschränkt; sie haben vielmehr, noch in dem an der Mutterpflanze hängenden Samenkorne eingeschlossen, fortgefahren, in allen ihren Theilen und namentlich in ihrem einfachen (Fig. 76, c) oder doppelten Samenlappen (Fig. 77, cc), welcher einen bedeutenden Theil, bisweilen sogar den größten Theil der Masse des vollkommenen Embryo ausmacht, zu wachsen. Das dem Samenlappen gegenüberstehende Ende hat den Namen Wurzelkern (gleiche Figuren, r) oder Würzelchen erhalten, weil die Wurzel später aus seiner Entwicklung hervorkommen soll. Ueber dem Wurzelkeime und in der Fortsetzung der Achse bemerkt man zwischen

74. Spitzkeimender Embryo vom Potamogeton perfoliatum zu verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung. — E^1 bei seinem ersten Erscheinen, wenn er noch Zelle ist. — E^4 wenn seine verschiedenen Theile, der Wurzelkeim *r*, das Knöspchen *g*, der Samenlappen *c* anfangen, deutlich zu werden.

75. Doppeltspitzkeimender Embryo von einer Art Nachtkerze (Oenothera crassipes), zu verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung. E^1 bei seinem ersten Erscheinen als Zelle. — E^2 E^3 wenn er aus drei angehäuften Zellen oder später aus einer größeren Anzahl besteht. — E^4 wenn seine verschiedene Theilchen, der Wurzelkeim *r*, das Knöspchen *g*, die Samenlappen *c c* anfangen, deutlich zu werden.

den Samenlappen, wenn es deren zwei sind (Fig. 75, g) in einer Vertiefung an der Grundfläche des Samenlappens, wenn nur einer da ist (Fig. 76, g), einen weit kleineren Körper, als die bereits genannten.



77. 78. 76.

76. Einsamenlappiger Embryo vom Potamogeton perfoliatum, beinahe reif. — r Wurzelkeim. — t Stengelchen. — c Kotyledon. — g Knöspchen.
77. Reifer zweisamenlappiger Embryo von dem gemeinen Mandelbaume. — r Wurzelkeim. — c c Kotyledonen.
78. Der Nämliche, an welchem man die zwischen den Kotyledonen verborgenen Theile durch Wegnahme eines Kotyledons entdeckt hat. — r Wurzelkeim. — t Stengelchen. — c einer von den Kotyledonen, den man gelassen hat. — ic Narbe, die aus der Einfügung des weggenommenen Kotyledons entsprang. — g Knöspchen, aus mehreren Blättchen bestehend.

Bei dem ersten Augenblicke sieht er auch wie eine einfache Warze aus; aber eine genauere Untersuchung, mit Hülfe von Vergrößerungsgläsern, zeigt, daß er selbst wieder aus mehreren kleinen Lappen (Fig. 78, g) bestehe, die in Beziehung auf die Achse, wie der

Samenlappen, an dessen erste Bildung sie erinnern, liegen. Diese kleinen Lappen sollen sich später zu Blättern entwickeln, und man hat dem Ganzen den Namen Knöspchen (gemmula) gegeben, weil man Knospe die Vereinigung der Blätter genannt hat, die noch nicht entwickelt sind und sich auf einer sehr kurzen Achse, die sich zu einem Zweig entwickeln soll, angehäuft haben. Die Kotyledonen selbst sind nur eines oder die zwei ersten Blätter der jungen Pflanze, im Allgemeinen aber in Form und Verrichtung von denen unterschieden, die auf sie folgen sollen. Der Embryo zeigt uns also eine Reihe von Nebenorganen oder Blättern auf einer Achse, deren blattloses Ende die Wurzel und der ganze übrige Theil den Stengel bilden wird. Dieser im Embryo erhält den Diminutivnamen Stengelchen.

§. 30. **Grundorgane.** — Grundorgane kann man diese drei Theile nennen, die in dem mit Kotyledonen versehenen Embryo schon sehr deutlich sind. Alle die, welche die spätere Entwicklung der Pflanze unserer Beobachtung darbieten wird, werden trotz ihren, dem Anscheine nach so auffallenden Verschiedenheiten, trotz der Mannigfaltigkeit der Namen, durch welche man diese demnach bezeichnen mußte, im allgemeinen Sinne jetzt nur für Modifikationen dieser ersten Organe gehalten.

§. 31. An ihren Formen und an ihrer relativen Lage erkennt man sie unter einander; denn ihre uranfängliche Zusammensetzung ist dieselbe; sie besteht aus einem Haufen mehr oder minder locker vereinten Zellen. Wann der Embryo vollständig ausgebildet ist, so sind die Zellen seiner Kotyledonen oft mehr oder weniger reich an Satzmehl, besonders wenn sie eine große Dicke haben; ein Fall, wo sie gewöhnlich das ganze Korn ausfüllen und ausschließend mit der Ernährung der jungen Pflanze in der ersten Zeit beauftragt sind, die auf ihr Embryoleben folgt, und wo

sie von der Mutterpflanze getrennt, durch sich selbst zu leben anfängt. Durch Anhäufung des Satzmehles in den Embryonen entspringt die Anwendung einer großen Menge von Körnern zur Nahrung des Menschen und der Thiere.

Wenn sich die Kotyledonen in dem Embryo schon stark entwickelt haben und besonders wenn sie schon die Blattform zeigen, so kann man in gewissen Richtungen verlängerte Zellenbüschel, die erste Anlage der Gefäße, beobachten.

§. 32. Nachdem das Samenkorn von der Mutterpflanze getrennt ist, oder um uns durch einen nicht so wissenschaftlichen und alltäglichen Ausdruck verständlicher zu machen, nachdem das Pflanzenei gelegt ist, so wird es, wenn es in seiner Nähe gewisse Bedingungen findet, die seiner weiteren und unabhängigen Entwicklung günstig sind, zu welchen vorzüglich ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Wärme gehört, Bedingungen, welche gewöhnlich die Erde, in die es in einer kleinen Tiefe gesteckt wird, erfüllt, in derselben, so zu sagen ausgebrütet, und die Pflanze tritt in die zweite Periode ihres Lebens, die man das Keimen nennt.

§. 33. In der ersten Zeit zieht sie ihre Nahrung aus sich selbst, aus den entweder in ihren Decken oder in ihren Kotyledonen angehäuften Stoffen; Stoffe, welche mannigfaltige chemische Veränderungen, durch die neuen Umstände erleiden, in die sich der Körper versetzt sieht, und auf diese Weise tauglich werden, an den Akten seines Lebens Theil zu nehmen. Daraus entsteht das Wachsthum aller andern Theile des Wurzelkeims und des Knöspchens. Der Wurzelkeim ist der erste, dessen Entwicklung gleich anfangs mit der größten Thätigkeit vor sich geht, und man kann sich alsdann überzeugen, daß an dem unter dem Namen Wurzelkeime begriffenen und unter dem Kotyledonen liegenden Theile der Achse nur das Ende eigentlich

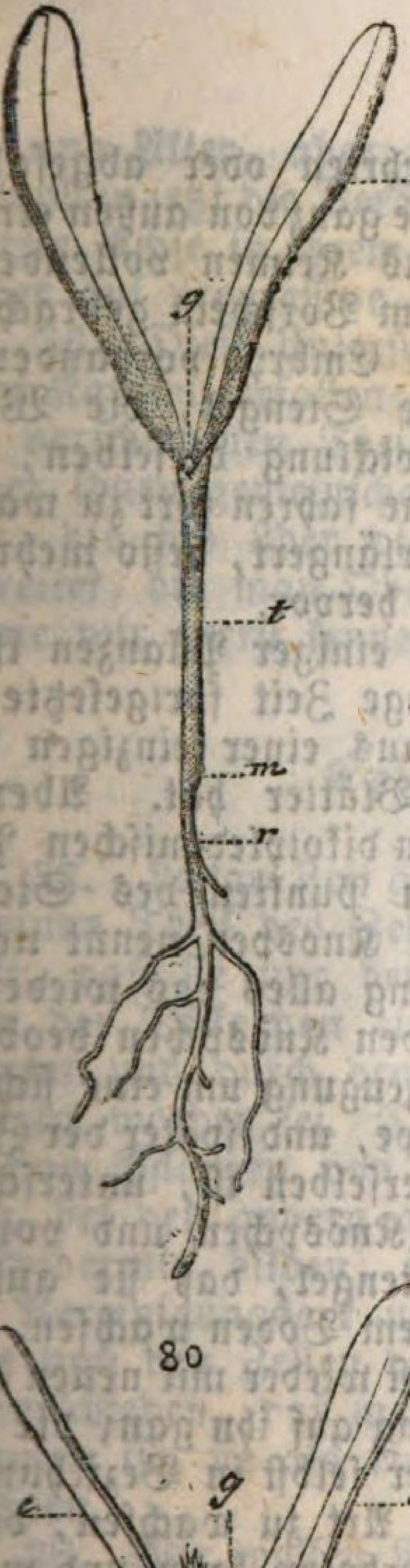
zu der Wurzel gehört und eine abwärtsgehende Richtung annimmt, während alles übrige eine aufsteigende Richtung erhält und zum Stengel gehört. Die Wurzel erkennt man leicht an all den kleinen Fasern, womit sich ihre Fläche bedeckt (Fig. 120, r, r′ r′), und durch welche sie die Säfte aus der Erde saugt. Bald verlängert sich auch das Knöspchen, und kommt zum Vorschein, indem es den Kotyledon oder die Kotyledonen, welche es umgaben und verhüllten, zurückstößt. Es entfaltet die Blätter, aus denen es besteht (Fig. 79 und 81, g) und deren aufeinanderfolgende Entwicklung immer von unten nach oben auf der Achse, d. h. um so früher, je weiter sie unten sind, stattfindet. Je größer diese Blätter werden und in je größerer Menge sie vorkommen, desto mehr werden die Kotyledonen erschöpft, abgemagert, geschwächt und fallen gewöhnlich am Ende ab. Die neuen Blätter unterscheiden sich im Allgemeinen durch ihre Gestalt von ihnen (Fig. 81) und streben immer mehr und mehr darnach, die anzunehmen, welche sie an dem ganzen übrigen Theile der vollkommen entwickelten Pflanze zeigen. Indessen unterscheiden sich doch oft noch die ersten, hauptsächlich die, welche unmittelbar über den Kotyledonen stehen, von den andern.

§. 34. Wenn die kleine Pflanze sich ihrer unnütz gewordenen Decken entledigt hat, wenn sie keine Nah-

79. Das Keimen eines monokotyledonen Embryo von Zanichellia pallustris, welcher beinahe dem vom Potamogeton ähnlich ist. — *m* der Wurzelhals, der zwischen dem Stengel *t* und der Wurzel *r* liegende Punkt. Man sieht, daß diese aus der Entwicklung der Endwarze entsteht, die man (Fig. 76, *r*) ganz unten am Embryo unter einer Erweiterung beobachtete, die sich hier durch eine büllenförmige Ecke in *m* zu erkennen gibt. — *c* Kotyledone — *g* Knöspchen, dessen erstes aus der Scheide des Kotyledon hervorragendes Blatt die andern verbirgt.

80. Das Keimen eines Dikotyledonen-Embryo von einer andern Ahornart (Acer negundo). — *m* Hals; — *r* Wurzel; — *t* Stengel; — *cc* Kotyledonen; — *g* Knöspchen.

81. Oberer, mehr entwickelter Theil; — *cc* Kotyledonen; — *g* Knöspchen, dessen erste Blätter schon entfaltet sind.



80

81.

79.

rung mehr aus dem abgezehrten oder abgefallenen Kotyledon nimmt, und dieselbe ganz von außen einzieht, so kann man sagen, daß das Keimen vollendet sei. Es hat keine neue Theile zum Vorschein gebracht, es hat aber die, welche in dem Embryo vorhanden waren, die Grundorgane, die Stengel, die Wurzel, die Blätter, durch die Entwicklung derselben, deutlicher gemacht. Diese Organe fahren fort zu wachsen, und je mehr sich die Achse verlängert, desto mehr neue Blätter bringt sie seitwärts hervor.

§. 35. Die Vegetation einiger Pflanzen ist nur die mehr oder weniger lange Zeit fortgesetzte Entwicklung und sie bestehen aus einer einzigen Achse, die verschieden modifizirte Blätter hat. Aber sehr häufig und vorzüglich bei den dikotyledonischen Pflanzen zeigen sich an gewissen Punkten des Stengels kleine Auswüchse, die man Knospen nennt und die nun auch in ihrer Entwicklung alles das wieder hervorbringen, was wir bei den Knöspchen beobachtet haben, nämlich die Blatterzeugung um eine sich verlängernde Achse. Die Knospe, und später der Zweig, der nur die Entwicklung derselben ist, unterscheiden sich nur dadurch von dem Knöspchen und von dem mit Blättern versehenen Stengel, daß sie auf dem Stamme selbst, anstatt in dem Boden wachsen. Dieser erste Zweig kann sich selbst wieder mit neuen Knospen bedecken, die in Beziehung auf ihn ganz die nämliche Rolle spielen, welche er selbst in Beziehung auf den Stengel spielte. Diese Art zu wachsen, die sich mehr oder weniger oft wiederholen kann und woraus die Verästelung der Pflanze entspringt, bringt also eben so oft das Nämliche wieder hervor, was uns die Entwicklung der ersten Achse, welche schon im Embryo vorhanden war, gezeigt hat; und die Geschichte von diesem schreiben heißt, die von allen Zweigen zu gleicher Zeit verfassen. An allen finden wir nur Blätter an Achsen, zwar von verschiedener Ord-

nung und Alter, aber immer von derselben Natur. Wir wollen jetzt die Veränderungen untersuchen, welche die erste Achse in ihrem Baue und in dem Baue ihrer Blätter auf progressive Weise erlitten hat.

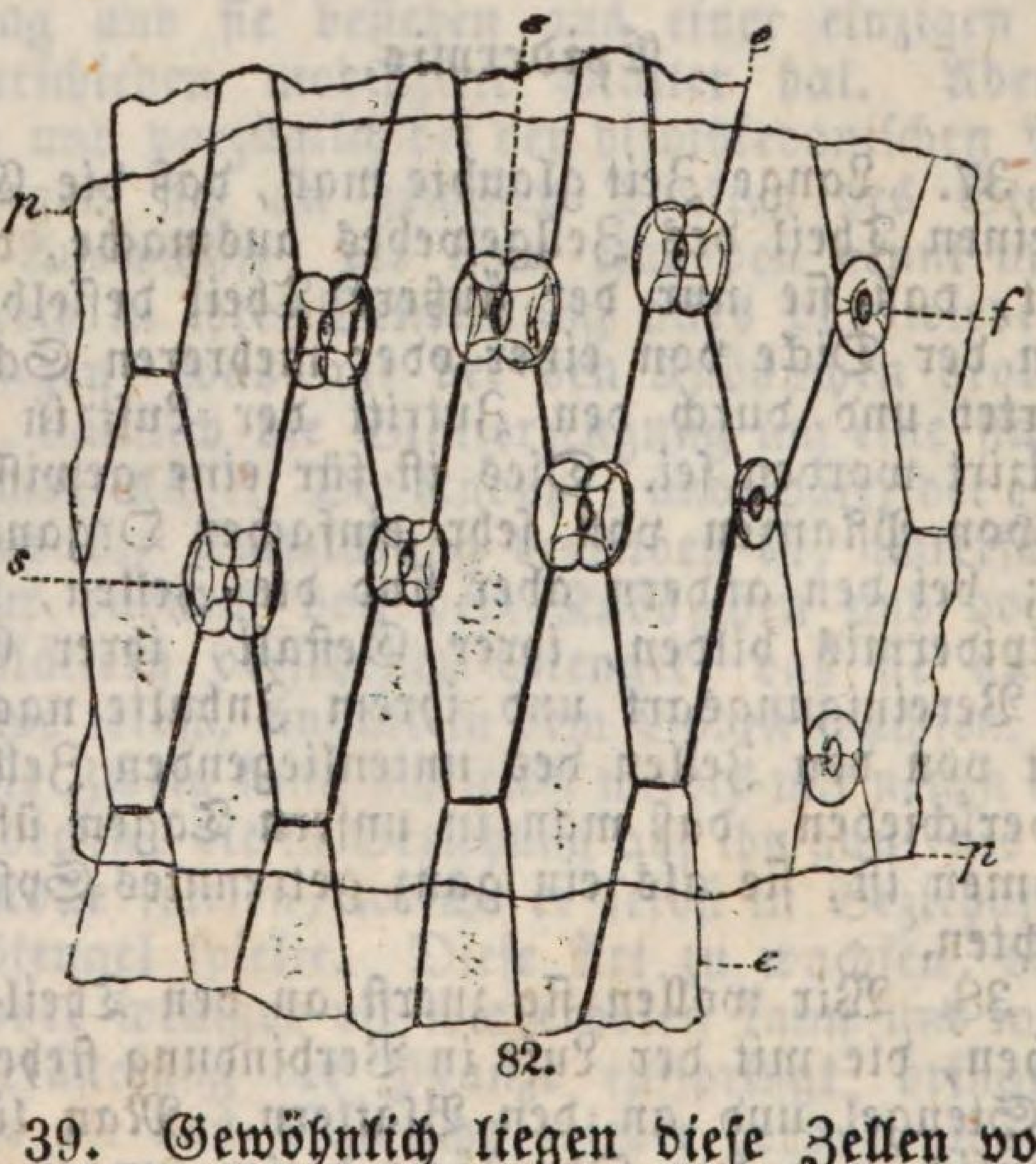
§. 36. Diese Untersuchung wird natürlicher Weise in drei Kapitel zerfallen: Stengel, Wurzel, Blätter; diese verschiedenen Theile haben aber einen Theil, welcher ihnen gemeinschaftlich ist; dies ist eine dünne Hülle, die sich über die ganze Fläche der Pflanze ausbreitet, die man Oberhaut oder Epidermis nennt und die wir zuerst kennen lernen müssen.

Epidermis.

§. 37. Lange Zeit glaubte man, daß die Epidermis einen Theil des Zellgewebes ausmache, das sie bedeckt, daß sie nur der äußere Theil desselben sei, der in der Dicke von einer oder mehreren Schichten verhärtet und durch den Zutritt der Luft in etwas modifizirt worden sei. Dies ist für eine gewisse Anzahl von Pflanzen von sehr einfacher Organisation wahr; bei den andern aber sind die Zellen, welche die Epidermis bilden, ihrer Gestalt, ihrer Größe, ihrer Vereinigungsart und ihrem Inhalte nach dergestalt von den Zellen des untenliegenden Zellgewebes verschieden, daß man in unsern Tagen übereingekommen ist, sie als ein ganz getrenntes System zu betrachten.

§. 38. Wir wollen sie zuerst an den Theilen untersuchen, die mit der Luft in Verbindung stehen, an dem Stengel und an den Blättern. Man löst sie gewöhnlich von der Oberfläche dieser jungen Theile in Gestalt einer, in den ersten Fällen farblosen und durchsichtigen Haut, mit größerer oder geringerer Leichtigkeit ab; bald geschieht dies, ohne daß eine besondere Vorbereitung dazu erforderlich ist, bald kann

man es erst nach einem längern oder kürzern Einweichen bewerkstelligen, wodurch das Zellgewebe, das unter der Epidermis liegt und einen geringern Widerstand leistet, zerstört wird. Dauert das Einweichen lang, so wird die Epidermis endlich selbst angegriffen und man überzeugt sich auf diese Weise, daß sie aus zwei Theilen besteht; der eine, dauerhaftere und äußere ist ein dünnes und stetiges Häutchen, das sich über die ganze Fläche verbreitet (Fig. 82, pp) der andere, innere ist die eigentliche Epidermis und besteht aus neben einander liegenden Zellen (Fig. 82, ee)

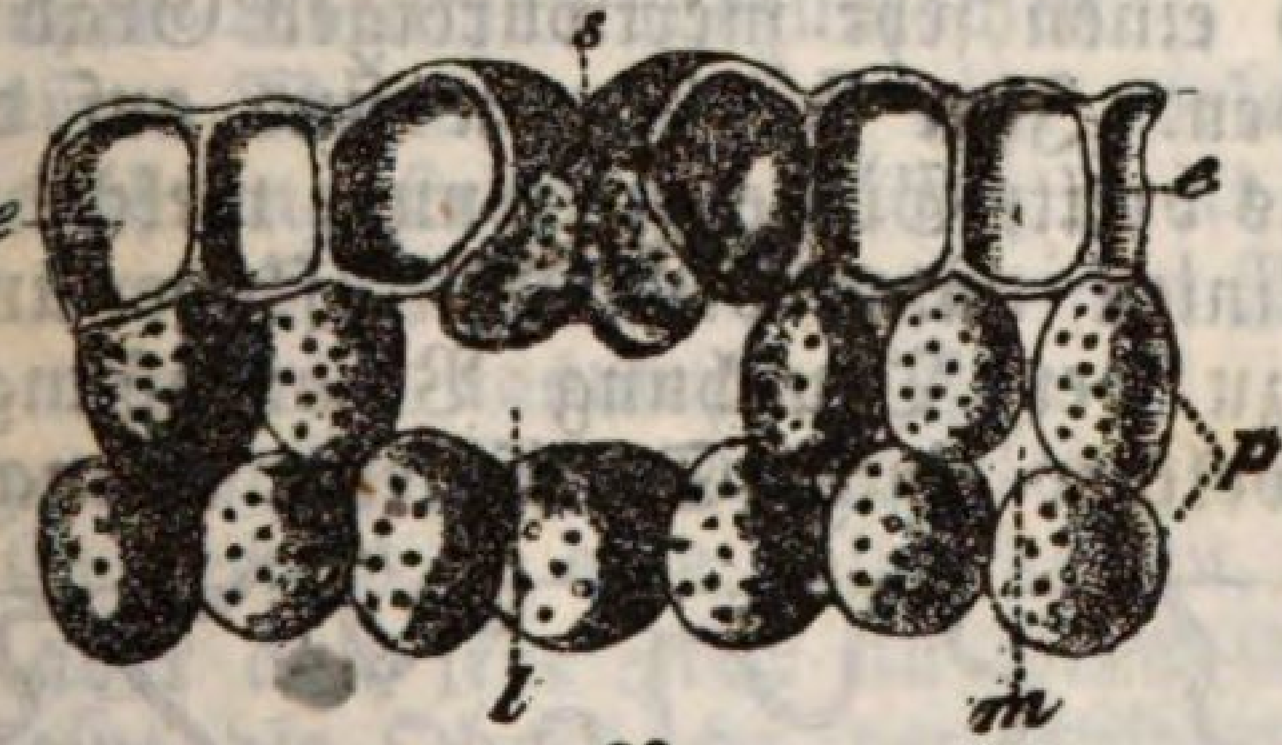


82.

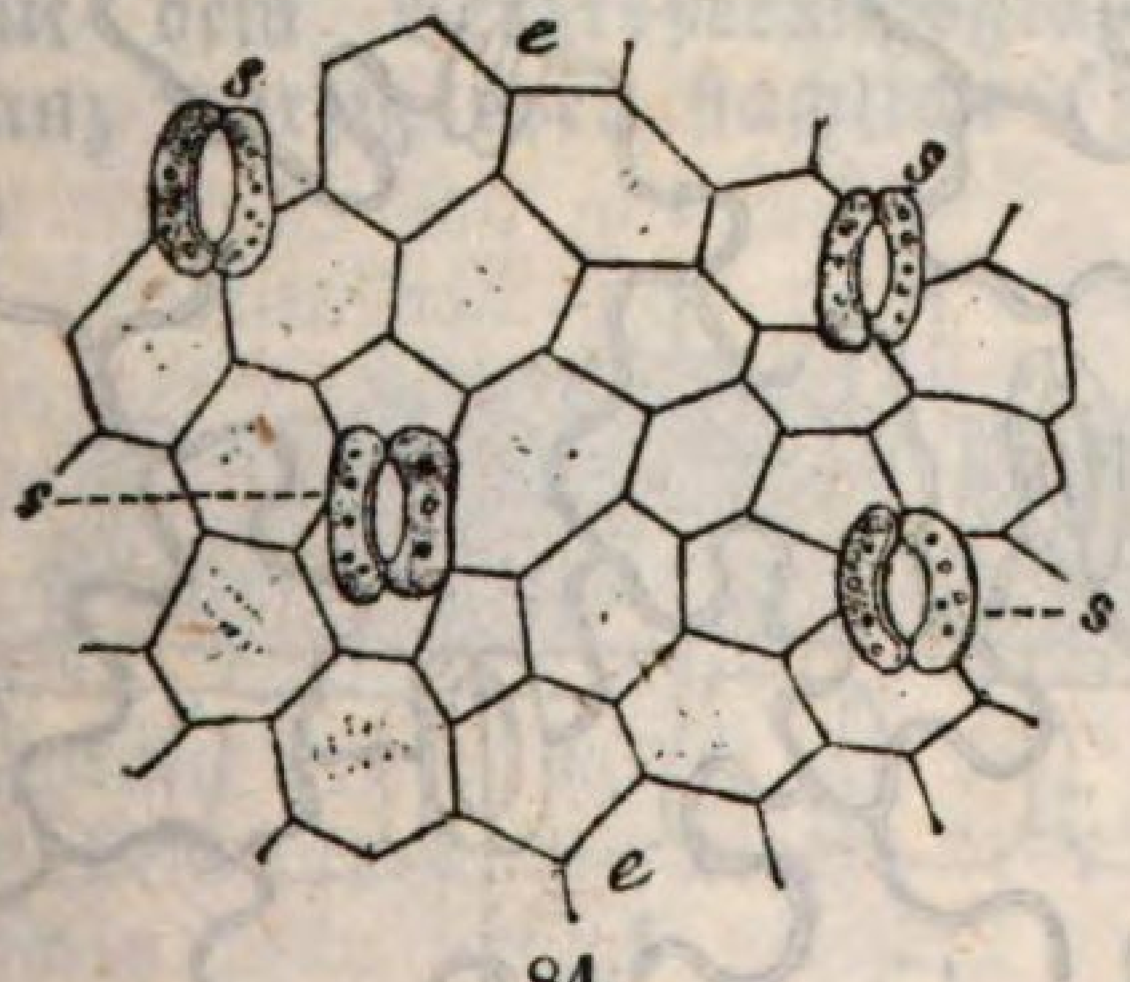
§. 39. Gewöhnlich liegen diese Zellen von beinahe gleichen Dimensionen und tafelförmiger Gestalt

82. Stück einer Epidermis von dem Blatte der Gartenitis (**Iris germanica**). — Man sieht ein Epidermishäutchen *pp* mit seinen knopflochartigen Spalten *f* und auf einen Theil der eigentlichen Epidermis *ee* gelegt, mit langsechseckigen Zellen. — *ss* Spaltöffnungen.

in einer einzigen Schichte von gleichförmiger Dicke (Fig. 83, ee). Sie sind fast immer weit größer als die Zellen des darunter liegenden Gewebes; doch gibt es auch einige Ausnahmen von dieser Regel, z. B. an dem elastischen Feigenbaume, an dem Ornithogalum sylvaticum, wo sie kleiner sind. Wenn man das durchsichtige Epidermisblättchen flach unter das Mikroskop bringt, so kann man seine Zellen außerordentlich deutlich wahrnehmen, und der Umriß ihrer oberen Fläche erscheint regulär (Fig. 82) oder irregulär (Fig. 84), oft von geraden Linien, oft aber



83.



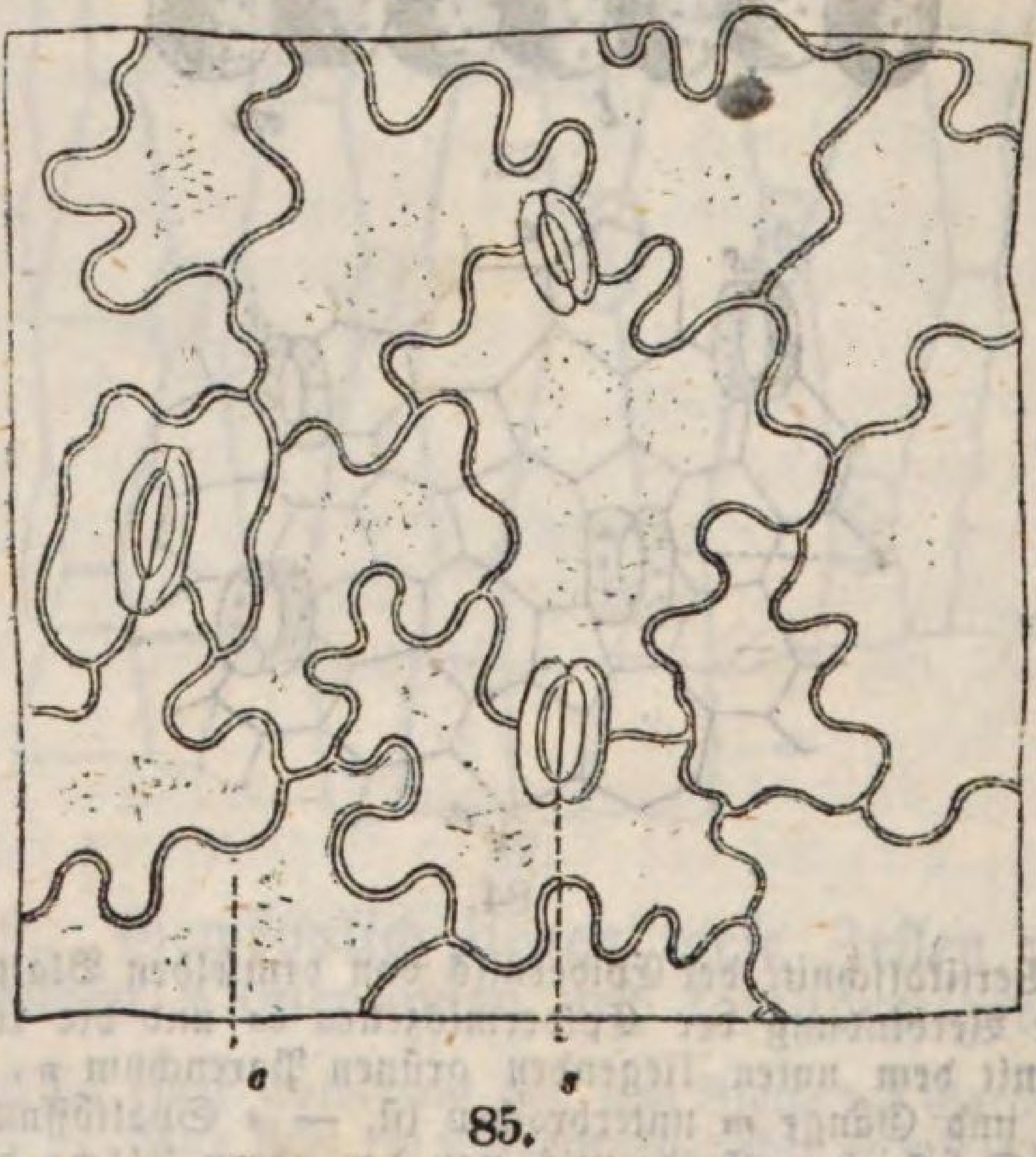
84.

83. Vertikalschnitt der Epidermis von demselben Blatte; er zeigt die innige Verbindung der Epidermiszellen *ee* und die lockere Verbindung mit dem unten liegenden grünen Parenchym *p*, das durch Gruben *l* und Gänge *m* unterbrochen ist. — *s* Spaltöffnung.

84. Stück einer Epidermis von der obern Fläche des Blattes einer Wasserranunkel, das aus dem Wasser herauskommt. — *ee* Epidermiszellen. — *ssss* Spaltöffnungen.

auch von sehr gebogenen Linien umschrieben. Im ersten Falle sind das Viereck und das Sechseck diejenigen Figuren, welche am häufigsten vorkommen.

Man kann bei den Zellen der Epidermis Seitenwände, eine untere und eine obere Wand in Erwägung ziehen. Die Seitenwände hängen sich stark an die analogen Wände der benachbarten Zellen an, und aus diesem innigen Aneinanderhängen entsteht der Mangel an Zwischenzellengängen, sowie die Festigkeit der ganzen Haut. Obgleich die Zellen an den Seiten dünner sind als oben und unten, so haben sie doch gewöhnlich einen sehr merkwürdigen Grad von Dicke an denselben. Ihre Höhlungen sind auf diese Weise durch etwas breite Gürtel getrennt, welche zwei etwas dunklere Linien unter dem Mikroskope umschreiben; dies hat zu der Täuschung Veranlassung gegeben, vermöge welcher einige Schriftsteller ehemals ein Ge-



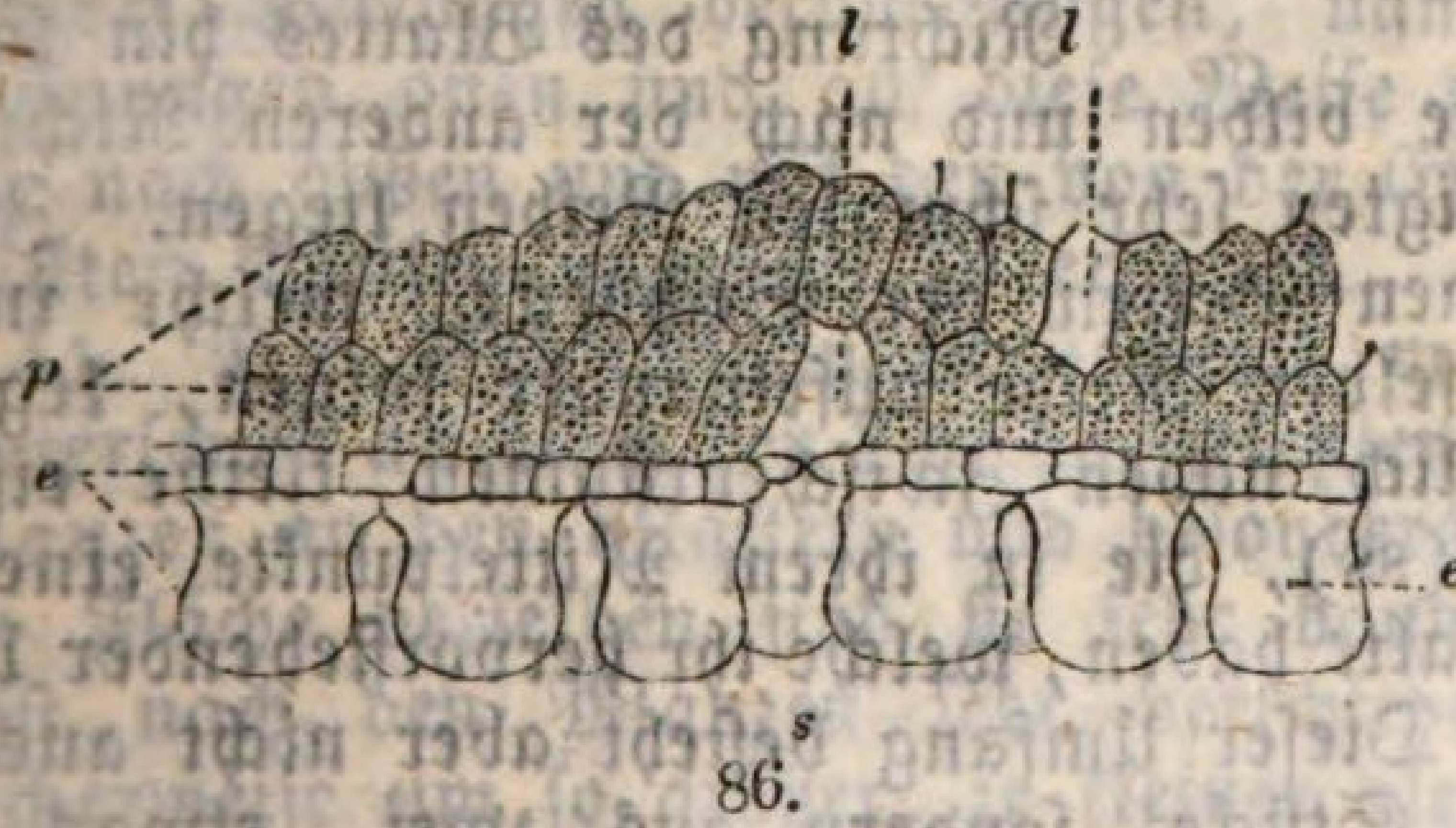
85.

85. Stück einer Epidermis von der untern Fläche eines Krappblattes (Rubia tinctorum). — *e* Zellen der Epidermis. — *s* Spaltöffnung.

flecht von feinen Gefäßen in den Zwischenräumen der Epidermiszellen vorzüglich für den Fall angenommen haben, wo ihr Umfang gebogen ist (Fig. 85). Diese angeblichen Gefäße waren nichts als die Wände der Zellen selbst.

In den gewöhnlichen Fällen, wo die Epidermis aus einer einzigen Schichte besteht, ruht die untere Wand auf den Zellen des unten liegenden Gewebes, und hängt weit schwächer an demselben. Daher und von der Adhäsion der Epidermiszellen unter sich rührt die Leichtigkeit, sie von diesem Gewebe in mehr oder minder großen Blättchen loszumachen.

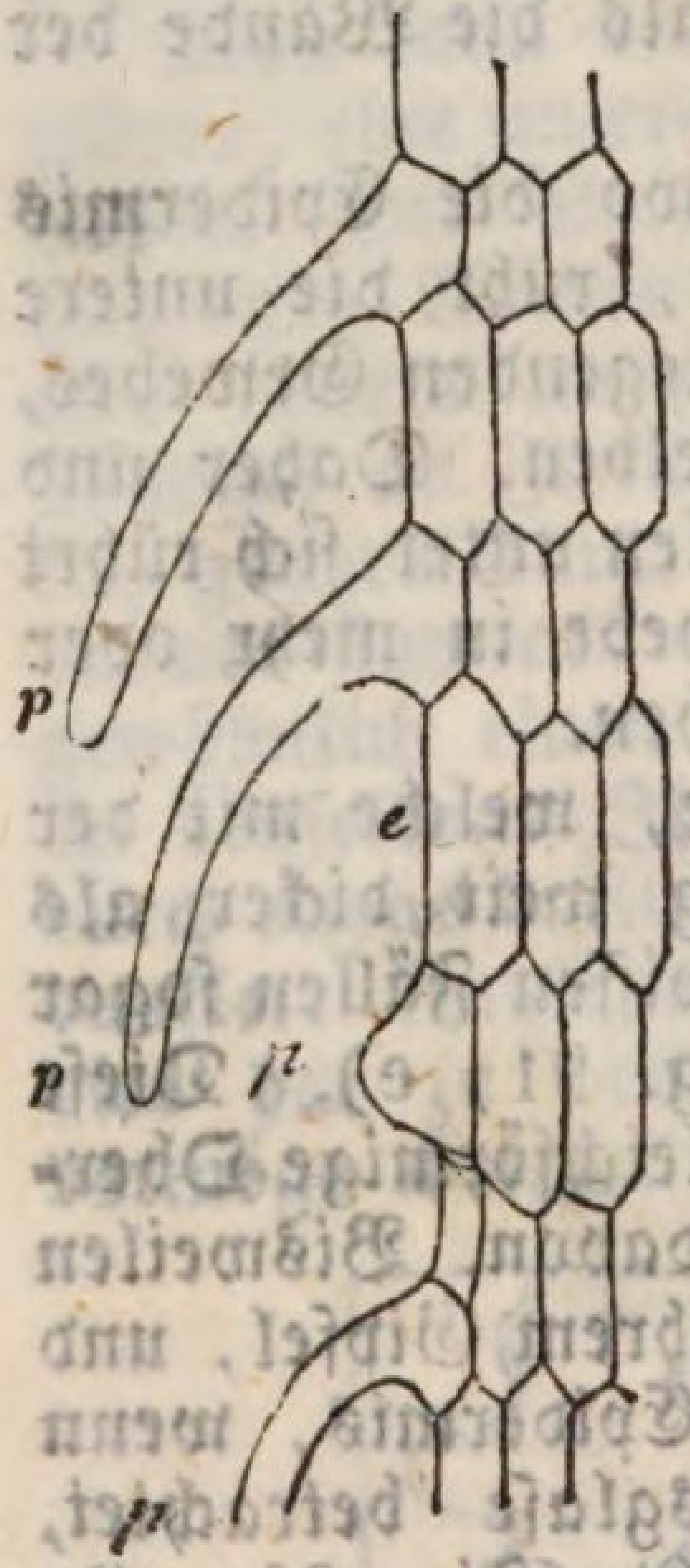
Die äußere Wand, nämlich die, welche mit der Luft in Berührung steht, ist häufig weit dicker als die andern, so daß diese Dicke in gewissen Fällen sogar die Hälfte der Zelle ausmacht (Fig. 91, e). Diese Wand ist gewöhnlich eben und die gleichförmige Oberfläche der Epidermis ist eine Folge davon. Bisweilen wölbt sich aber auch jede Zelle an ihrem Gipfel, und dann erscheint die Oberfläche der Epidermis, wenn man sie mit dem Vergrößerungsglase betrachtet, gleichsam ganz warzig oder stachlicht (Fig. 86, e').



86.

86. Horizontale Schnitte von der Epidermis eines Blattes der Rockea falcata. — Ihre Epidermis *e* besteht aus zwei Schichten von Zellen; die der äußeren Schichte *e'* sind sehr dick und angeschwollen; die der inneren, welche in *s* von einer Spaltöffnung durchbrochen sind, sind sehr klein und sogar noch kleiner als das grüne, unten liegende Parenchym *p*. — *ll* Gruben, wovon eine einer Spaltöffnung entspricht.

Eine Stufe weiter in dem äußeren Hervorragen der Zellen fangen Haare oder andere ähnliche Organe an (Fig. 87, p). Ihre ausführliche Untersuchung, welche die allgemeinere Darstellung, mit der wir uns hier beschäftigen, zu sehr unterbrechen würde, soll weiter unten vorkommen.



87.

§. 40. Spaltöffnungen. — Die äußere Oberfläche der Epidermis hat an allen der Luft ausgesetzten Theilen von Weite zu Weite kleine Flecken. Durch eine, vermittelst hinreichender Vergrößerungen angestellte Untersuchung erfährt man, daß es Unterbrechungen der Stetigkeit sind, welche ein besonderer Wulst umgibt. Wenn man auf diese Weise ein kleines Stück von dem Blatte der gemeinen Iris (Fig. 82) untersucht, so wird man finden, daß es aus Zellen besteht, welche auf der Oberfläche der Epidermis nach der Richtung des Blattes hin längliche Sechsecke bilden und nach der anderen Richtung in geradlinigten sehr schmalen Reihen liegen. Zwischen die kleinen Seiten der Sechsecke, welche in einer und derselben Reihe aufeinander folgen, legen sich in ziemlich nahen Zwischenräumen kleine eiförmige Körper (ss), die in ihrem Mittelpunkte eine längliche Spalte haben, welche ihr hervorstehender Umfang umgibt. Dieser Umfang besteht aber nicht aus einem einzigen Stücke, sondern aus zwei, etwas bogenförmig geschweiften Theilen, die ihre hohle Seite nach der Spalte, ihre erhabene aber nach außen richten

87. Theil einer Epidermis von einer jungen Kroppwurzel. Mehrere Zellen *p* bilden bei ihrer Verlängerung Haare. Andere sind platt geblieben.

und sich an ihren Endpunkten mit einander verbinden. Es sind Organe, deren Gestalt an den meisten Pflanzen der von uns so eben an der Iris beschriebenen Gestalt mehr oder weniger nahe kommt.

Wir halten uns damit nicht auf, hier alle kleine Gestaltsveränderungen zu beschreiben, die man in den verschiedenen Abstufungen zwischen einer vollkommenen Rundung und einer sehr eugen und verlängerten Eilinie antreffen kann. Sogar die Gestaltsveränderung einer und derselben Spaltöffnung kann man sehen, wenn man nur die Bedingungen, in denen sie sich in Beziehung auf Feuchtigkeit und Trockenheit befindet, verändert, und man überzeugt sich davon, wenn man zwei Hälften eines und desselben Stückchens, wovon die eine angefeuchtet, die andere trocken ist, unter dem Mikroskope mit einander vergleicht. Bei der ersten schwellen die Lippen der Spaltöffnungen an, und durch die Vergrößerung ihrer bogenförmigen Krümmung wird der zwischen ihnen befindliche Raum weit klaffend; bei der zweiten sind die Lippen verengt, genähert und stoßen aneinander an. Begreiflicherweise muß also im Leben der Pflanze das Zuströmen der Flüssigkeiten die erste von diesen zwei Wirkungen hervorbringen, nämlich die Spaltöffnungen offen und auf diese Weise die Verbindung nach außen und mit den von der Epidermis eingehüllten Theilen ungestört zu erhalten.

§. 41. Die Spaltöffnungen bemerkt man nicht ohne Unterschied an allen der Luft ausgesetzten Theilen der Pflanze; an den Blättern und besonders an der unteren Fläche derselben sind sie sehr häufig; ihre Zahl ist nach den Pflanzen sehr verschieden, und natürlicherweise um so größer, je kleiner die Spaltöffnungen sind.

Um diese Verschiedenheiten durch einige Beispiele zu erklären, wollen wir die annähernden Zahlen nehmen, mit welchen uns die Beobachter in Beziehung auf die Blätter gewisser Pflanzen bekannt gemacht haben.

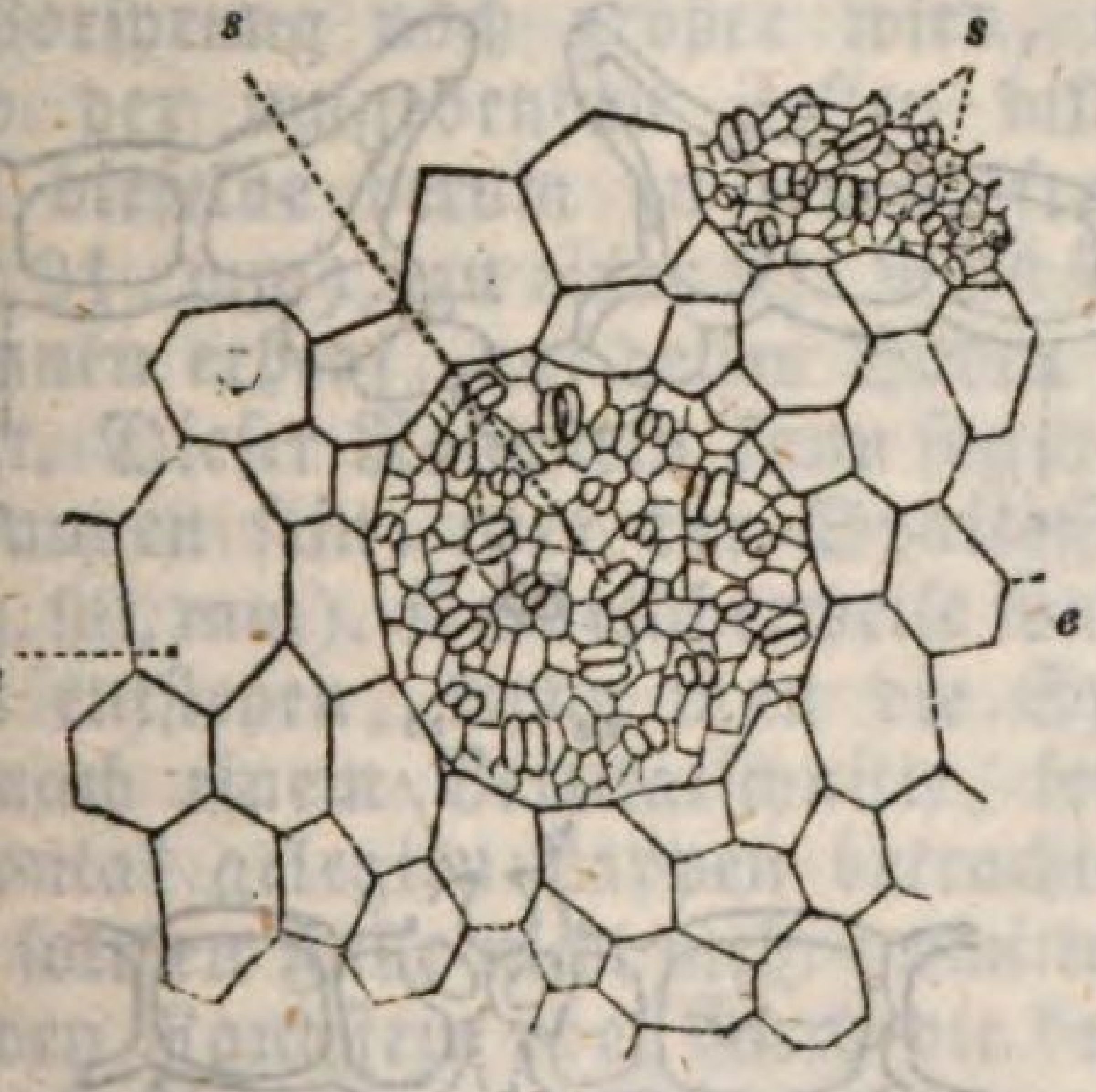
Die Spaltöffnungen, welche in der Fläche eines Quadratzolles auf der Epidermis des Blattes gezählt wurden, haben folgende Zahlen gegeben:

	Obere Fläche.	Untere Fläche.
1. Mistel (Viscum album) . .	200	200
2. Iris (Iris germanica) . . .	11,572	11,572
3. Gartennelke (Dianthus caryophillus)	38,500	38,500
4 Wasserwegerich (Alisma plantago)	12,000	6,000
5. Cobäa (Coboea scandens) . .	0	20,000
6. Lilak (Syringa vulgaris) . .	0	160,000

Diese kleine Anzahl von Beispielen, die aus einer sehr großen Menge herausgenommen wurden, wird hinreichend sein, den außerordentlich großen Unterschied zu zeigen, den man in der absoluten Zahl der Spaltöffnungen auf verschiedenen Blättern und in ihrer relativen Zahl auf den verschiedenen Theilen eines und desselben Blattes finden kann. Dieses letztere Verhältniß bezeichnet den Grad der Verschiedenheit, die zwischen den zwei Flächen eines Blattes stattfindet, sehr genau, wie wir auch weiter unten sehen werden.

§. 42. Die Lage der Spaltöffnungen ist verschieden, wie ihre Menge. Bald scheinen sie ohne irgend eine Ordnung vorzukommen (Fig. 84, ssss), bald zeigen sie sich in geradlinichten Reihen, und dies gewöhnlich, wenn die Zellen der Epidermis selbst diese Lage annehmen (Fig. 82). Bisweilen sind diese Reihen unter sich durch gleiche Zwischenräume getrennt; wieder ein andermal kommen sie zu zweien, zu dreien vor, sodann kommt ein ziemlich breiter Gürtel, der durchaus keine Spaltöffnungen hat; darauf ein neuer Gürtel, wo sich die Reihen begegnen. In diesen verschiedenen Fällen und gewöhnlich bleiben die Spaltöffnungen etwas von einander entfernt; in andern Fällen aber, obgleich sehr selten, nähern sie sich, und mehrere drängen sich gleichsam neben einander und die Oberfläche enthält, mit Ausnahme dieser kleinen Gruppen, anderswo

keine mehr (Fig. 88). Die Familie der Proteaceen, die der Begoniaceen und die Steinbrecharten liefern mehrere Beispiele dieser eigenthümlichen Stellung.

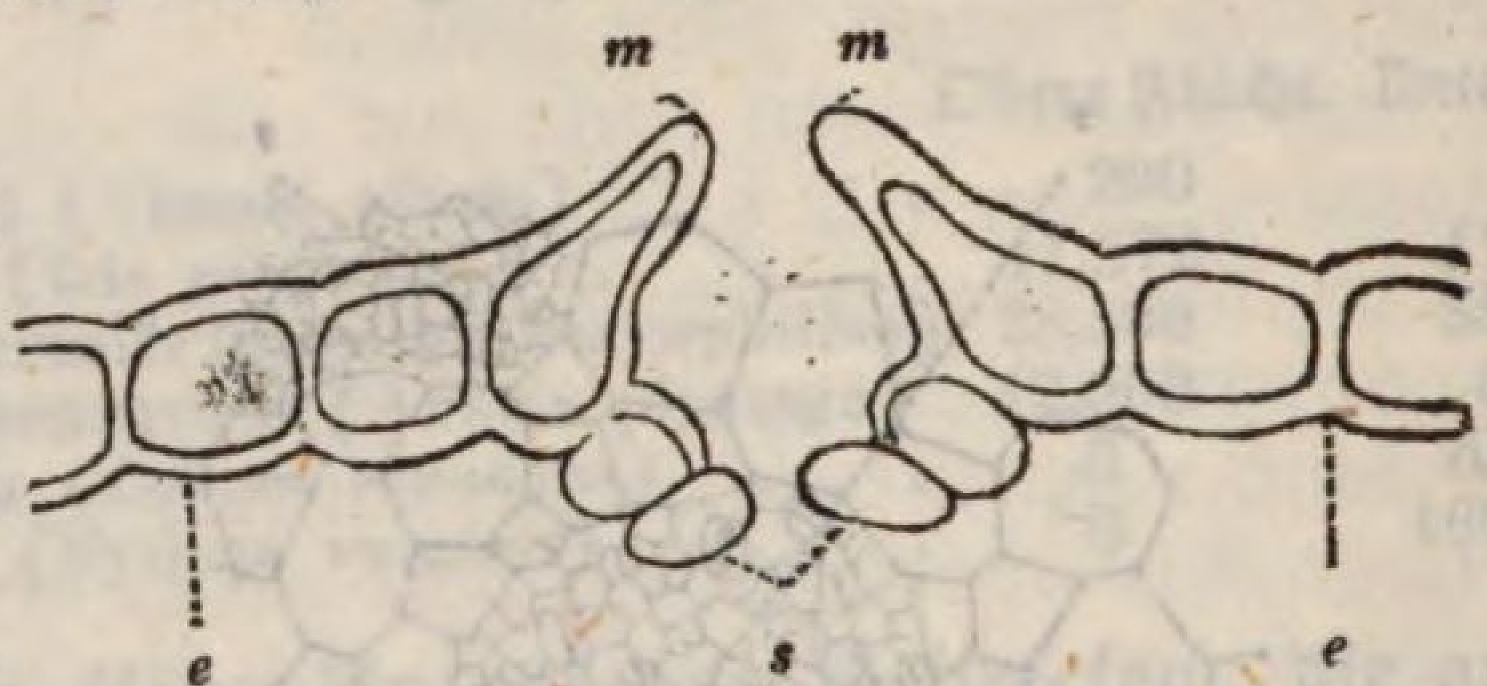


88.

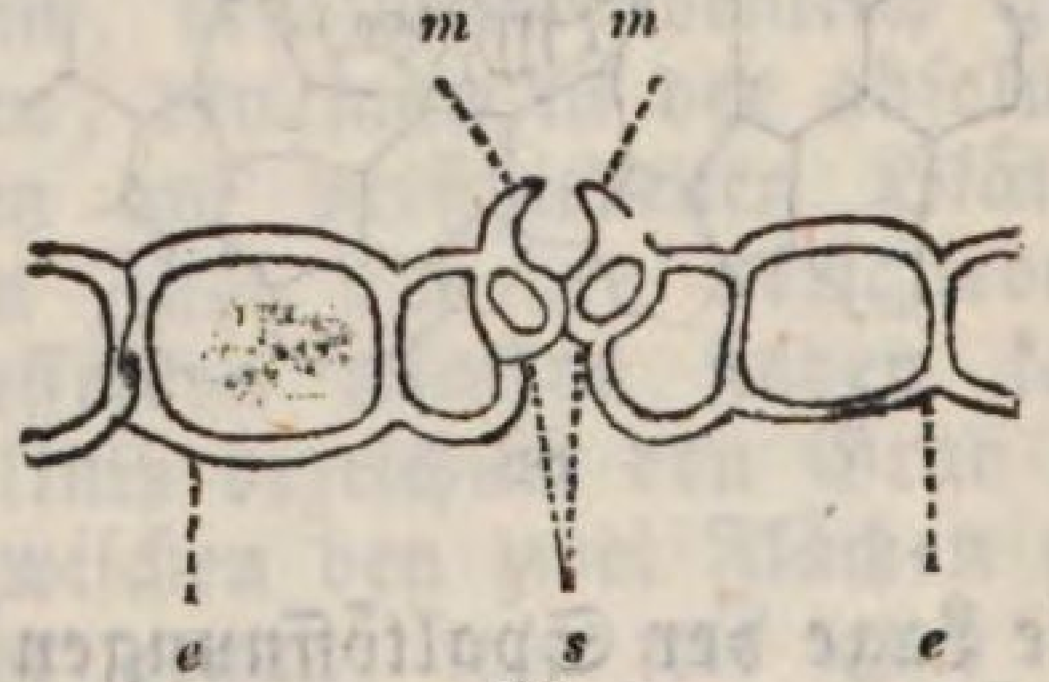
§. 43. Die Lage der Spaltöffnungen in Beziehung auf die Oberfläche der Epidermis ist auch nicht immer dieselbe. Davon kann man sich aber nicht mehr durch die Untersuchung eines plattgelegten Lappens von einer Epidermis überzeugen; zu dieser Beobachtung müssen sehr dünne Schnitte, die mit der Oberfläche senkrecht laufen, gemacht und eine Spaltöffnung in diesen Schnitt gebracht werden, was für den Fall, wo die Spaltöffnungen ziemlich groß sind, nicht sehr schwer ist, und was der Zufall, wenn man viele Schnitte macht, fast unfehlbar herbeiführt. Durch diese Art von Schnitten kann man auch allein in gewissen Fällen das Dasein mehrerer zu Bildung der Epidermis über einander liegender Schichten nachweisen (Fig. 86 und 92, e)

88. Epidermislappen von dem Blatte des Saxifraga sarmentosa. — ss Spaltöffnungen, die auf der Oberfläche der Epidermis, deren Zellen um sie herum weit kleiner werden als in den Räumen ee, wo sich keine finden, gruppenweise vereinigt sind.

und die Gestalt der Zellen vollends bestimmen, von denen man sonst nur den Umriß der äußern Wand sich abbilden sah.



89.



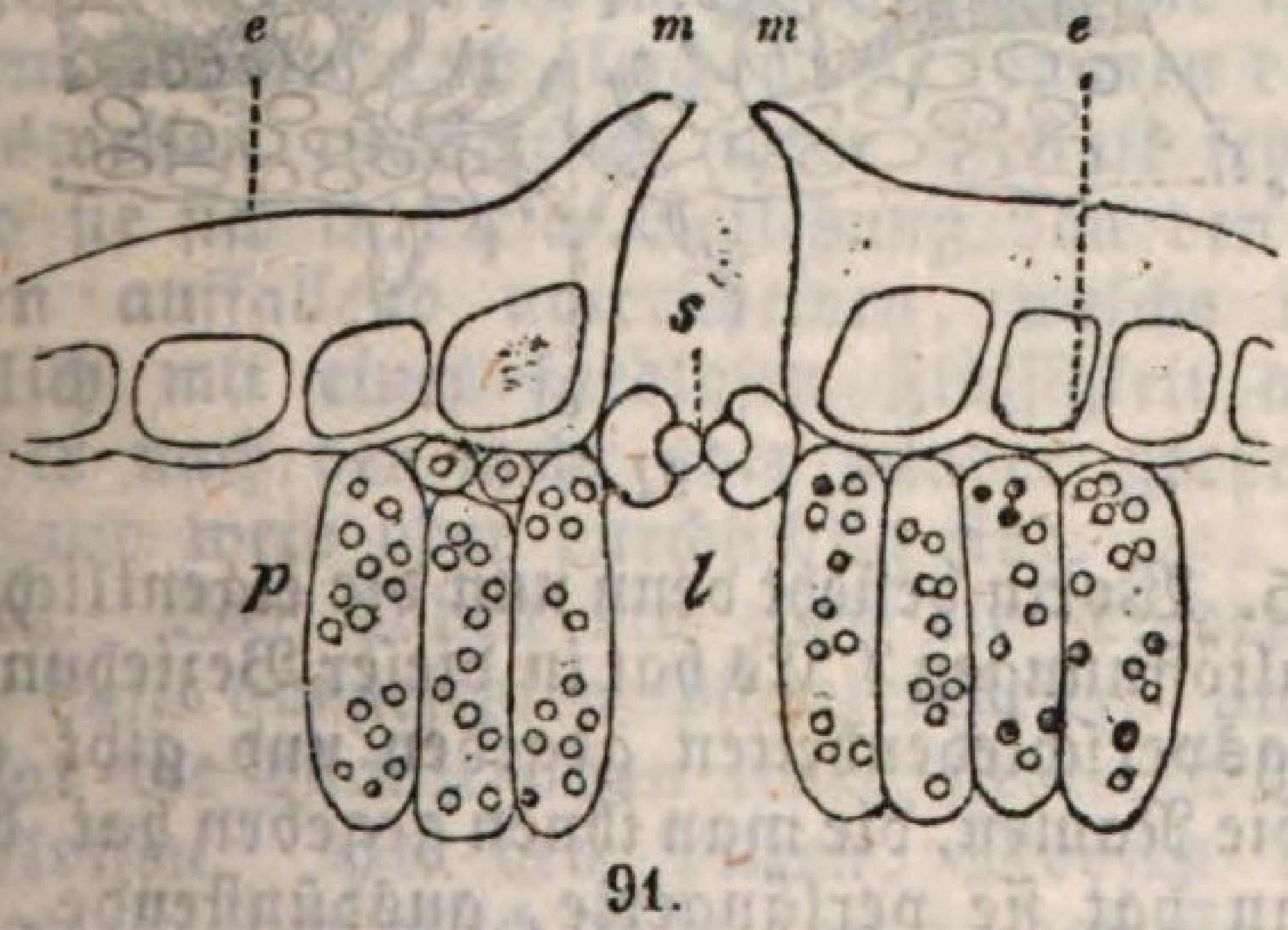
90.

Auf solchen Schnitten, die an verschiedenen Pflanzen gemacht werden, bemerkt man also, daß die Zellen, durch welche die Spaltöffnungen gebildet werden, sich in Beziehung auf die der übrigen Epidermis nicht immer auf die nämliche Weise zeigen. Oft unterbrechen sie die Horizontalfläche derselben nicht, oft aber sind sie mehr oder weniger tief unter die Oberfläche getrieben, entweder weil sie niederer liegen als die Zellen der Epidermis (Fig. 89 und 91, s), oder weil trotz ihrem

89. Epidermis des **Cycas revoluta**. — *s* Spaltöffnung auf dem Grunde einer Höhlung, die von den Wänden der anliegenden Epidermiszellen gebildet ist. — *mm* Rändchen, das die Horizontalfläche der Epidermis *ee* überragt und durch den Vorsprung eben dieser Zellen gebildet ist.

90. Epidermis einer Proteacee (**Leucadendron decorum**). — *ee* Epidermiszellen. — *s* Spaltöffnung, deren obere Wand sich zu einem Rändchen *mm* erhebt.

Nebeneinanderliegen ihr Volumen, das in der Regel weit kleiner, als das dieser letztern ist, diese Verschiedenheit in der Horizontalfläche bedingt (Fig. 83, s). Es kann sich sogar ereignen, daß diese Vertiefung durch den Vorsprung noch größer wird, welcher die obere Wand der umgebenden Zellen bildet, indem er sich um dieselbe herum zu einem freien Rande (Fig. 89 und 91, mm), zu einer Art Randstein für den kleinen Brunnen erhebt, auf dessen Boden die Spaltöffnung liegt. Dieser Randstein kann sogar ohne Vertiefung vorhanden sein, oder der Spaltöffnung selbst gehören (Fig. 90, mm). Natürlicherweise können daraus Täuschungen entstehen, wenn man die Spaltöffnung nicht mehr nach einem Vertikalschnitte, sondern nach einem horizontal gelegten Lappen betrachtet, und da es in einem solchen Falle nicht mehr unmittelbar, sondern durch den Randstein oder durch die benachbarten Zellen, die es überragen, wahrgenommen wird, so bekommt es unvermeidlich ein verschiedenes und falsches

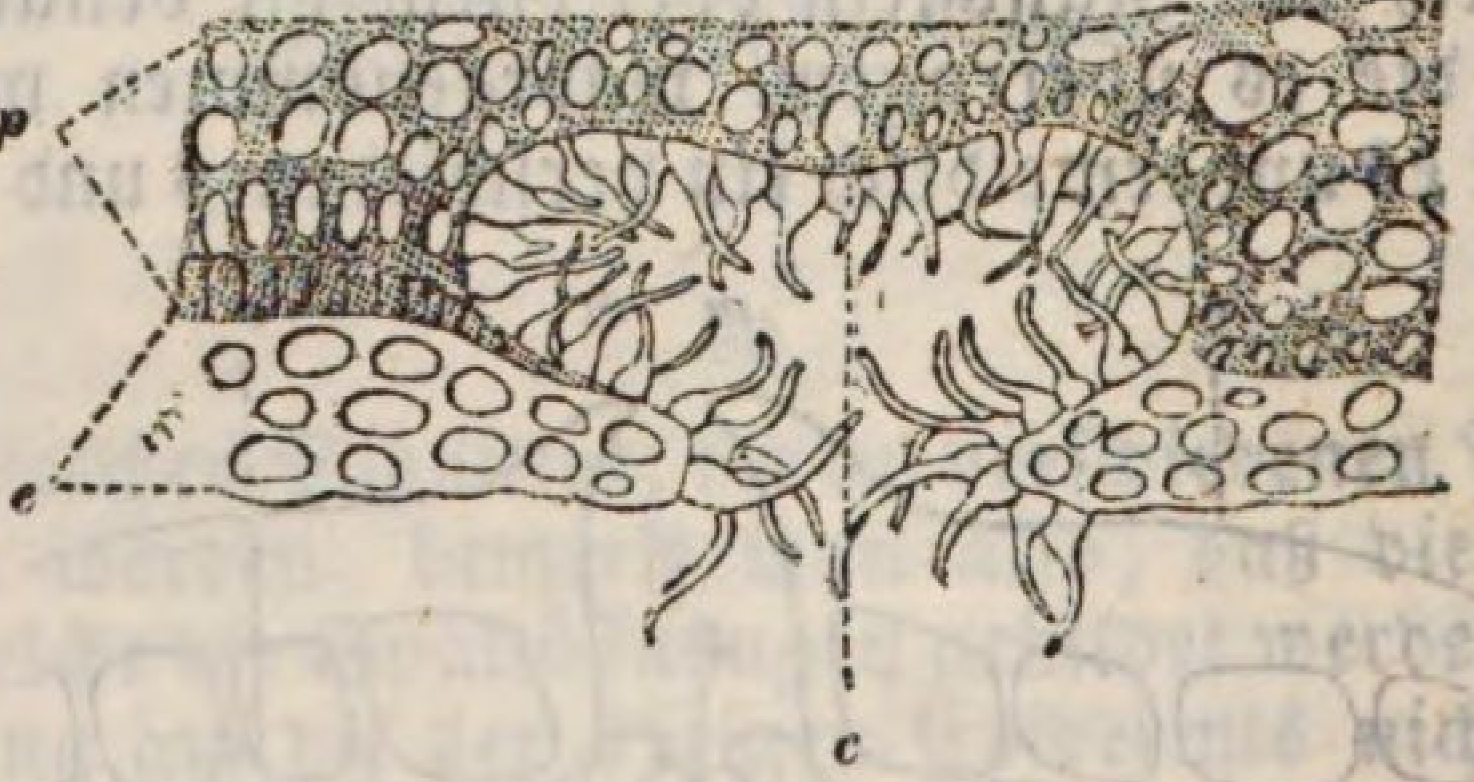


91.

91. Epidermis von einer andern Proteacee (Hakea pachyphylla). — *ee* Epidermiszellen mit sehr dicken oberen Wänden. Die in der Nähe der Spaltöffnung *s* bilden in ihrer ganzen Dicke einen Vorsprung um dieselbe, und auf diese Weise einen Schacht, auf dessen Grunde sie sich befindet. Sie erheben sich abgesondert zu einem freien Rande, der das Rändchen *mm* derselben bildet. — *p* Untenliegendes Parenchym mit Zellen voll Körner und Chlorophyll. — *l* Grube.

Aussehen. Diese Verwechslung der benachbarten Zellen mit der Spaltöffnung konnte dieser eine Zusammensetzung und Formen verleihen, die mannigfaltiger sind, als die, welche sie wirklich besitzt.

§. 44. Wenn sich die Spaltöffnungen gruppenweise vorfinden, so nehmen diese Gruppen gewöhnlich den Boden einer Höhlung ein, die man natürlich anfangs für die Spaltöffnung selbst gehalten hatte. Dies sieht man z. B. an dem Blatte des Oleanders (Nerium oleander). Die obere Fläche desselben zeigt durchaus keine Spaltöffnungen, die untere hat von Weite zu Weite kleine Löcher, die an ihrer Oeffnung enger als in ihrer weitern Ausdehnung und ganz mit Haaren besetzt sind (Fig. 92). Auf dem Boden dieser Löcher und ganz in Haare eingehüllt, hat man sehr kleine Spaltöffnungen entdeckt, welche aber den gewöhnlichen Bau haben.



92.

§. 45. Worin besteht denn nun die eigentliche Natur der Spaltöffnungen? Es hat in dieser Beziehung einige Meinungsverschiedenheiten gegeben und gibt es noch. Sogar die Namen, die man ihnen gegeben hat, beweisen es. Man hat sie verlängerte, ausdünstende, rindenartige Poren, hirsekörnichte, rindenartige, zur Epidermis

92. Theil eines senkrechten Schnittes von der untern Fläche des Oleanderblattes. — *e* Epidermis, aus mehreren Reihen über einander liegender Zellen gebildet. — *p* Parenchym. — *c* mit Haaren besetzte Höhlung, auf deren Boden mehrere Schriftsteller Haufen von Spaltöffnungen entdeckt haben.

gehörige Drüsen genannt. Sollten es wirklich Drüsen sein? Man gibt aber diesen Namen einem Theile, welcher der Sitz der Erzeugung einer eigenthümlichen Materie ist, und die sorgfältigste Beobachtung hat noch keine solche Materie in den Spaltöffnungen entdecken können. Bisweilen hat man zwar ein Ausschwitzen in der Spalte gefunden; bei Untersuchung seines Ursprungs aber hat man denselben in einem mehr oder minder entfernten Punkte und nicht in den beiden Körpern entdeckt, welche die Lippen der Spaltöffnung bilden. Diese Körper sind inwendig hohl und enthalten Kügelchen oder Körnchen (Fig. 83 u. 84, s) von verschiedenen Naturen, bisweilen farblos, oft auch vom Chlorophyll grün gefärbt. Augenscheinlich sind es zwei Zellen, deren Produkte mit denen der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen fast ganz gleich sind, und wenn man sie nicht immer mit dieser wegnähme, so könnte man glauben, daß sie weniger zu ihr, als zu der unten liegenden Zellenmasse gehören. Wir haben gesagt, daß sie ihr wirklich ihrem Inhalte nach gleichen; sie kommen denselben auch bisweilen rücksichtlich ihrer Gestalt sehr nahe, während sie sich in dieser Beziehung von den Epidermiszellen auffallend unterscheiden, welche überdies gewöhnlich mit einer farblosen Flüssigkeit angefüllt und daher nach der mehr oder minder großen Dicke ihrer Wand weiß oder durchsichtig sind.

§. 46. Wir haben bis jetzt die Epidermis an den der Luft ausgesetzten Pflanzentheilen untersucht, und sogar die Pflanzen von einer niederern Ordnung ausgeschlossen. Bei den Pilzen, Moosen u. s. w. kann man auch wirklich nicht sagen, daß sie eine eigentliche Epidermis haben; das die Masse der Pflanze bildende Zellgewebe wird an seiner Oberfläche gar nicht oder nur höchst unbedeutend modifizirt. Nacktkeimende Pflanzen, die schon eine complicirtere Organisation haben, wie die Andorne und Farnkräuter,

lassen sich in Beziehung auf ihre Epidermis, welche eine ähnliche Struktur und Spaltöffnungen hat, mit den einlappigen Pflanzen vergleichen. Die Wasserpflanzen haben durchaus keine Spaltöffnungen und sogar keine Epidermis, und dahin gehören nicht bloß die, welche Familien ausmachen, die, wie die Meergräser, durch ihre einfache Organisation auf der niedrigsten Stufe der Pflanzenleiter stehen, sondern auch Pflanzen, welche ohne Widerspruch zu den höchsten Familien auf dieser Leiter gehören. Das Mittel, in welchem eine Pflanze lebt, bestimmt das Dasein oder Nichtdasein der Epidermis. Dies ist so wahr, daß an den Blättern, welche flach auf dem Wasser schwimmen, die obere Fläche, welche mit der Luft in Berührung steht, mit einer Epidermis und Spaltöffnungen versehen ist, die untere aber weder die eine noch die anderen hat.

§. 47. Die Wurzeln, welche, obgleich nicht so unbedingt, der Berührung der Luft entzogen sind, haben gleichfalls keine Spaltöffnungen (Fig. 87) und obgleich man an denselben eine Epidermisschichte wahrnimmt, so unterscheidet sie sich doch gewöhnlich weit weniger von dem unten liegenden Gewebe als die Epidermis des Stengels und bisweilen verschwindet dieser Unterschied ganz.

§. 48. **Epidermishäutchen.** — Wir haben gesagt, daß ein längeres Einweichen die Epidermis in zwei Theile spalte, wovon der eine, die eigentliche Epidermis, die wir so eben kennen gelernt haben, mehr nach Innen liegt, und in ihrer ganzen Ausdehnung von dem andern dünnen Häutchen überzogen ist, das ihre Oberfläche in ihrem ganzen Umfange, in allen ihren Erhabenheiten bedeckt: dies kann man an dem Kohlblatte sehen (Fig. 93), und das Epidermishäutchen, das man sehr leicht ablöst, zeigt sich alsdann ganz genau nach der Epidermis, die es überzog, sogar in den Haaren, denen es zur Scheide diente (p p p p), abgeformt und mit kleinen

Knopflöchern an allen Stellen versehen, die den Spaltöffnungen entsprechen (f f). Dieses Häutchen ist eine stetige Haut, und kann nur durch Zerreißen in kleinere Theile getheilt werden. Wenn seine untere Fläche oft die Spur eines Netzes zeigt (Fig. 82, p), so ist dies nur der Abdruck, den die Oberfläche der Epidermiszellen (p), mit welchen sie in Berührung stand, auf demselben zurückgelassen hat.

Dieses Häutchen kommt sogar häufiger vor, als die Epidermis selber. Sein Dasein ist an den niederern Pflanzen, welche keine eigentliche Epidermis haben, und an den Wasserpflanzen nachgewiesen worden; auch haben mehrere Schriftsteller den Vorschlag gemacht, demselben allein den Namen Epidermis zu lassen. Sein beständiges Vorkommen und seine Stetigkeit hat Mohl auf eine sinnreiche Theorie über die Natur desselben gebracht, die sich an eine andere Theorie dieses geschickten Anatomen, die wir bereits §. 15 angegeben haben, anreiht. Man erinnert sich, daß er das Dasein einer Materie annimmt, die sich zwischen die einfachen Organe lege, ihnen zum Vereinigungsmittel diene und auf diese Weise ein stetiges Ganzes in der Pflanze bilde, während alle diese Organe, Gefäße, Fasern und Zellen bestimmt und von einander unterschieden sind. Das Epidermishäutchen wäre daher nur dieser nämliche

93. Stück des Epidermishäutchens, das durch Einweichen eines Kohlblattes abgelöst wurde. Man sieht auf demselben die Scheiden, welche Haaren in verschiedenen Graden ihrer Entwicklung entsprechen (p p p p), und die Spalten (f f), welche den Spaltöffnungen entsprechen.

Zwischenzellenstoff, der bei seinem Abformen auf der Oberfläche, wie er sich auf den Wänden aller Organe abformte, auf derselben eine stetige Schicht bilden muß. Meyen hingegen ist der Meinung, daß es nur ein künstlich abgelöstes Blatt von der äußern Wand der Epidermiszellen sei, einer Wand, die, wie die von allen Zellen, durch das Aufeinanderlegen nachfolgender Zellen sich vergrößert hat, und wovon die äußeren sich gar wohl durch das Einweichen in ein Häutchen ablösen konnten; er läugnet also die genaue Stetigkeit der Haut, die aus einer großen Menge kleiner ganz innig verwachsener Fächer gebildet sein müßte; er erklärt sich aber übrigens gar nicht über den Fall, wo ein Häutchen ohne Epidermis vorkommt, ein Fall, wo die Außenwand der äußersten Zellen doch nicht dicker sein kann, als ihre anderen Wände, z. B. in den Potamogeton.

Ad. Brongniart, dem man die vollständige Kenntniß dieses Häutchens verdankt, hat sich über sein Entstehen nicht ausgesprochen. Er gibt bloß, aber auf eine zweifelhafte Weise, die Möglichkeit an, daß es aus Körnchen bestehe, weil es auf seiner inneren Fläche bei einigen Pflanzen ein sehr körnichtes Gewebe habe; bei vielen andern aber findet dies nicht Statt.

Nach Untersuchung der gemeinschaftlichen Hülle der Grundorgane, wollen wir wieder auf dieselbe zurückkommen.

§. 49. Wir haben gesehen, daß sich die Achse der jungen Pflanze nach zwei entgegengesetzten Richtungen entwickle, und wir haben ihren obern Theil, welcher Blätter trägt, gewöhnlich aufsteigend ist und mit der Luft in Berührung steht, Stamm, und ihren untern Theil, welcher keine Blätter hat und sich in den meisten Fällen in die Erde versenkt, Wurzel genannt. Der gemeinschaftliche Ausgangspunkt dieser beiden Theile, der, wo sie sich berühren und sich mit

einander fortsetzen, ist Hals oder Lebensknoten genannt worden, weil man ihn als den Mittelpunkt des Pflanzenlebens ansah und ihm also eine Wichtigkeit beilegte, die er wirklich nicht hat; man hat ihn auch Verengung genannt, wegen der Verengung der Achse, welche seine Stelle oft in der sehr jungen Pflanze bezeichnete. Später werden gewöhnlich alle diese Angaben schwächer und verwischen sich, und es wird, nach Verlauf von einigen Jahren, der Vegetation ziemlich schwer, den wirklichen Platz des Halses zu bestimmen.

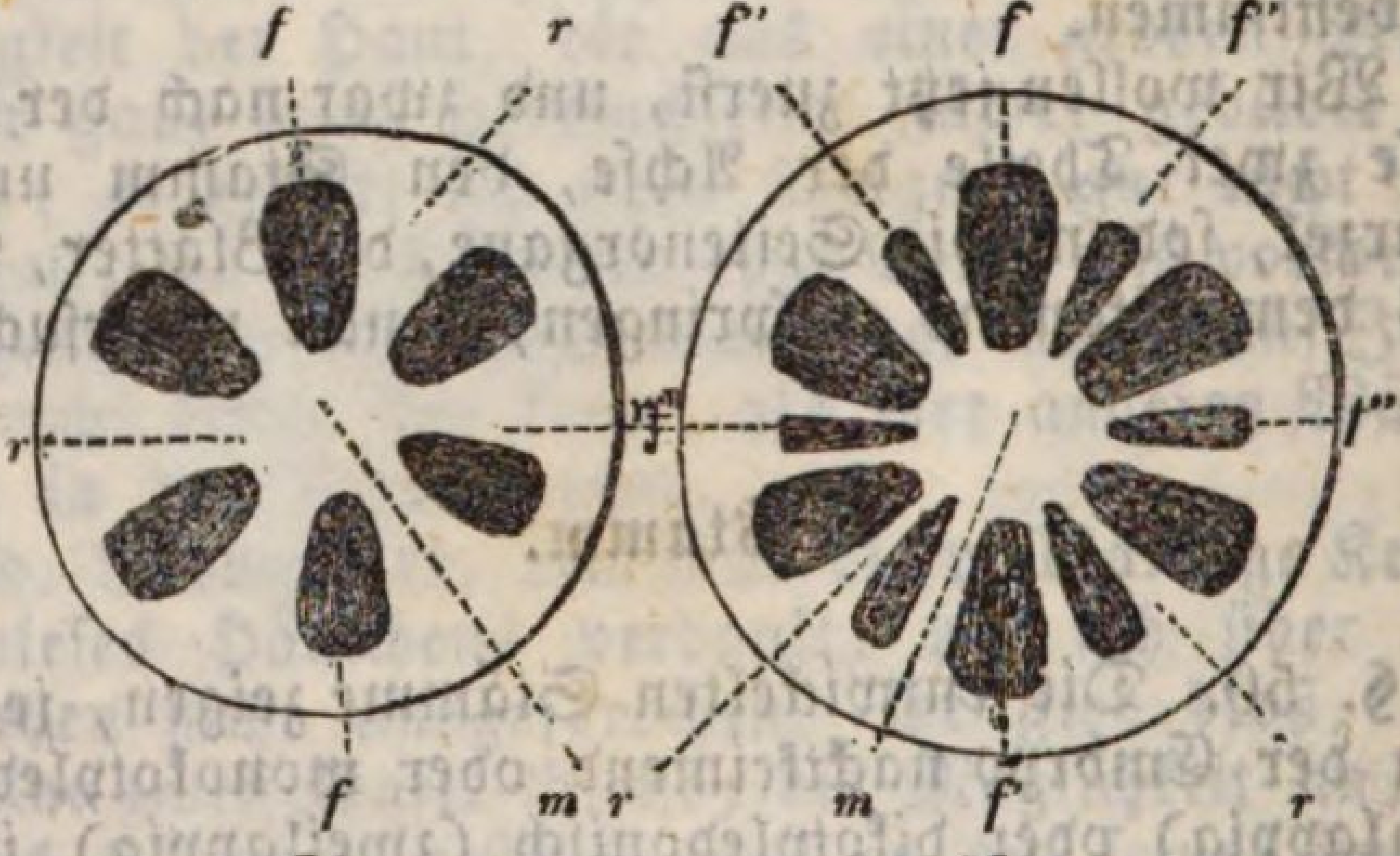
Wir wollen jetzt zuerst, und zwar nach der Reihe, diese zwei Theile der Achse, den Stamm und die Wurzel, sodann die Seitenorgane, die Blätter, welche aus dem Stamme entspringen, genau untersuchen.

Stamm.

§. 50. Die entwickelten Stämme zeigen, je nachdem der Embryo nacktkeimend oder monokotyledonisch (einlappig) oder dikotyledonisch (zweilappig) ist, zu große Verschiedenheiten, als daß ihre gemeinschaftliche Untersuchung einige Verwirrung mit sich führen könnte und daß es vorzüglicher scheinen sollte, diese drei Klassen jede für sich abzuhandeln. Wir wollen mit der Klasse der Dikotyledonen anfangen, da sie uns den besten Anfangspunkt, das beste Vergleichungsobjekt mit den andern darbieten. Diese Klasse enthält auch wirklich alle Bäume unserer Klimate, so daß man sie in allen Zeiten ihrer Entwicklung, an mannigfaltigen Arten, unter einer großen Menge von verschiedenen Umständen beobachten, und daß der Zögling ohne Mühe die Gegenstände seines Studiums in seiner Nähe finden kann.

Stamm der Dikotyledonen.

§. 51. In dem Embryo war der kleine Stamm, wie alle andere Theile, schon ganz aus Zellgewebe gebildet. Unter dem Keimen fangen, etwas früher oder etwas später, einige Zellen an, sich zu Fasern zu verlängern, sich zu Gefäßen zu organisiren, und man sieht, wie sie sich bei ihrer Vervielfältigung in mehrere Büschel gruppiren (Fig. 94, ff), die, zu-



94. 95.

sammen betrachtet, regelmäßig in einem Kreise herumliegen. Dieser umgibt eine ganz aus Zellen bestehende, im Mittelpunkte befindliche Kreisfläche, welche das Mark (m) ist, und ist selbst wieder von einem äußeren, gleichfalls aus Zellen bestehenden Gürtel (p e) umgeben, welcher zur Rinde gehört; die Büschel sind durch Streifen aus Zellgewebe (r) von einander getrennt, welche eine Verbindung zwischen dem Zellgewebe des Markes und dem der Rinde herstellen; diese Streifen sind die ersten Markstrahlen.

§. 52. Im Anfange waren diese Strahlen, der Zahl nach, den Büscheln nothwendigerweise gleich und sehr breit. Etwas später sind sie schmäler und zahlreicher, weil sich in ihrer Dicke (Fig. 95)

neue Büschel (f' f') entwickelt haben, die sich zwischen die ersten hineinschoben (ff). Nach einiger Zeit haben sich die Büschel so vervielfältigt und einander genähert, daß sie einen ununterbrochenen Kreis bilden, durch den die Markstrahlen nur als sehr feine Linien hindurchgehen. Der Stamm besteht alsdann von innen nach außen: 1) aus dem Parenchym des Markes; 2) aus der, aus faserigen Gefäßen bestehenden Kreisfläche; 3) aus dem Parenchym der Rinde; 4) aus der Epidermis.

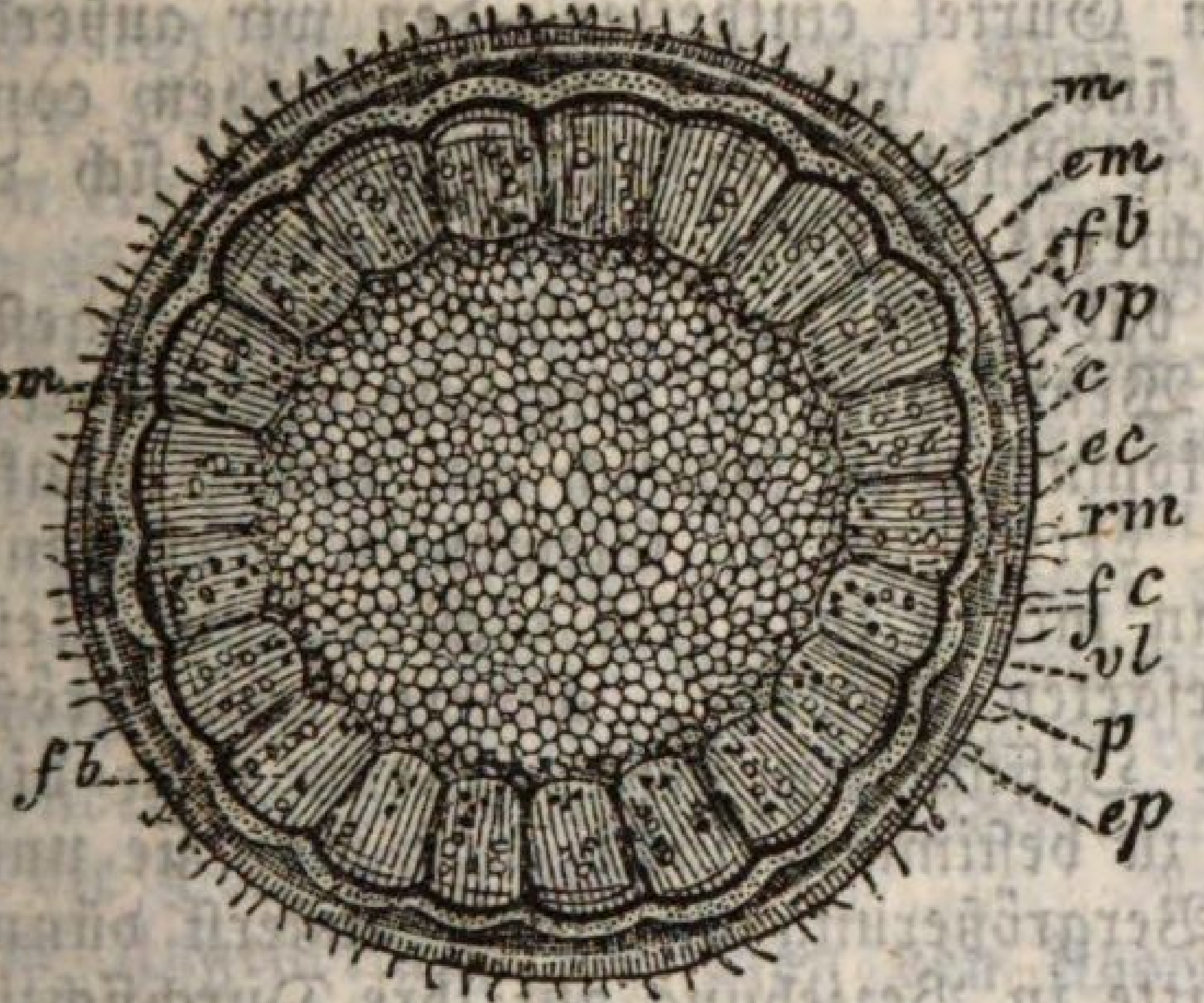
§. 53. Der Stamm der krautartigen Pflanzen, der Pflanzen, welche nur ein Jahr lang leben, bleibt gewöhnlich bei dieser Gränze, oder sogar bei einem der vorhergehenden Zustände stehen. Die Menge des Markes und der Markstrahlen ist in denselben in Beziehung auf den aus faserigen Gefäßen bestehenden Theil sehr groß.

§. 54. Der Stamm der holzichten Pflanzen, der Pflanzen, welche mehrere Jahre ausdauern, erleidet noch weitere Veränderungen. Bis dahin konnte er aber mit dem der einjährigen Pflanzen verglichen werden; er war in dem krautartigen Zustande und bot das nämliche Verhältniß in seinen Theilen dar, außer daß die aus faserigen Gefäßen bestehende Kreisfläche in demselben vollständiger und fester ist. Ein einjähriger Zweig von einem unserer Bäume ist also ganz dazu tauglich, alle diese so eben angegebenen, auf einander folgenden Veränderungen zu verfolgen. Dieser Zweig wächst oben, so daß seine Grundfläche derjenige Theil ist, der am frühesten gebildet wurde, während seine Spitze es kaum noch ist. Seine verschiedenen Höhen zeigen also die nämlichen Verschiedenheiten, welche mehrere Stämme von derselben Pflanze zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung, von der an, wo sie noch im Zustande des Embryo sind, welche der Gipfel des Zweiges anzeigt, bis zu der, welche sein Wachsthum von einem Jahre beendigt

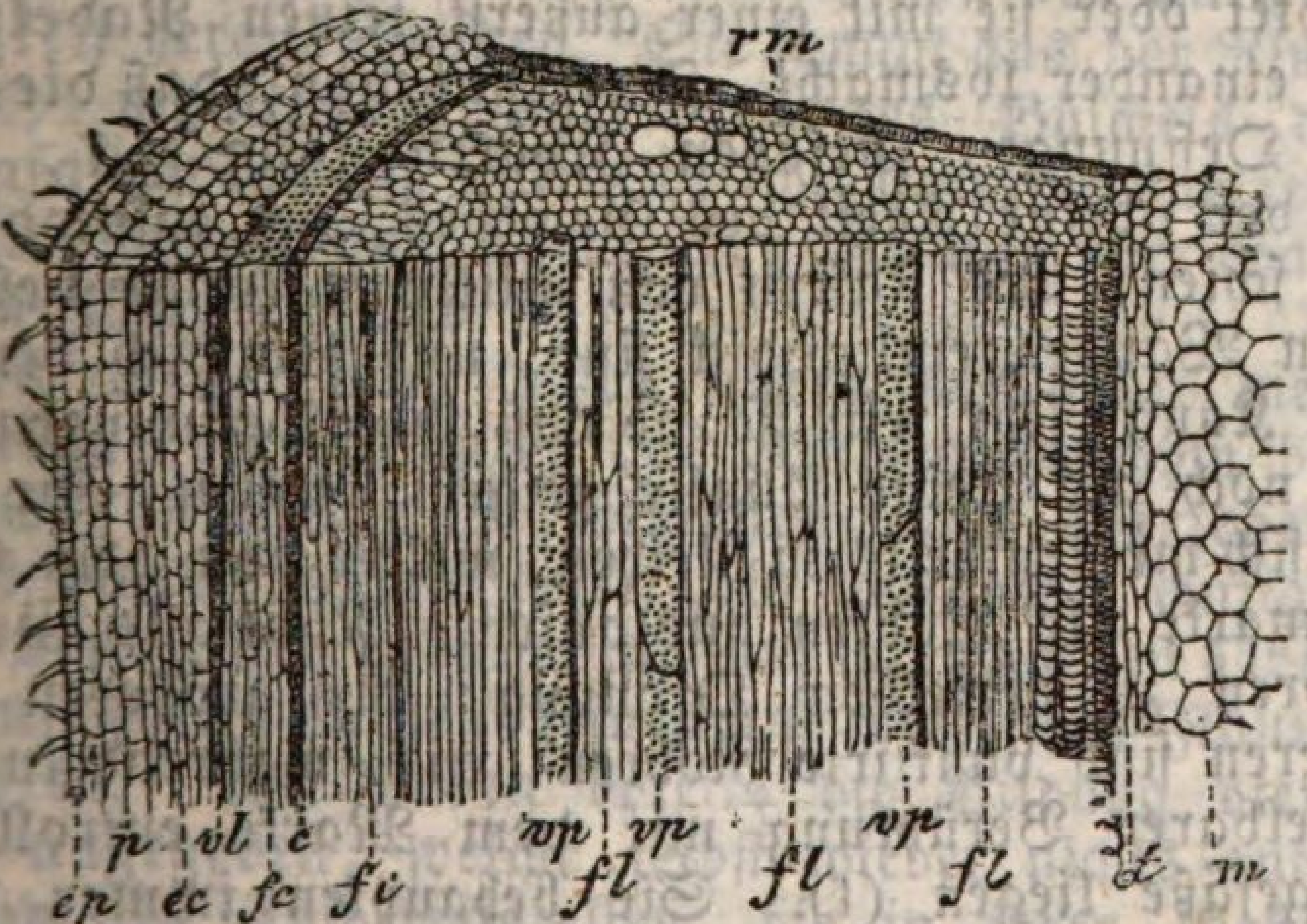
hat, und welche die Grundfläche angibt, darbieten würden. Wenn man sehr dünne Horizontalschnitten von verschiedenen Höhen dieses Zweiges mit einander vergleicht, so kann man sehr leicht und sehr schnell alle Veränderungen darthun, welche in einem Lebensjahre eines Stammes vorkommen, und die Beschaffenheit der Grundfläche dient ihrerseits durch die Vergleichung mit den Modifikationen, welche das folgende Jahr mit sich bringen wird, oder mit andern Worten, welche man an einem Zweige vom zweiten Jahre beobachten wird, zum Ausgangspunkte.

§. 55. Wir wollen jetzt ausführlich die Elemente aufsuchen, woraus dieser einjährige Zweig besteht, und da ein Beispiel diese Untersuchung klarer und deutlicher machen wird, so wollen wir einen Zweig von dem gemeinen Ahorn nehmen, und alle seine Theile von innen nach außen beschreiben, indem wir sie gehörig vergrößern, um die Natur aller Elementarorgane, woraus sie bestehen, genau zu bestimmen.

Wir wollen einen kleinen, sehr dünnen Horizontalschnitt gegen die Höhe des Zweiges hin machen, da wo er ungefähr anderthalb Millimeter im Durchmesser hat (Fig. 96). Sein Umfang ist kreisförmig, oder nähert sich einem Sechsecke. Das Mark (Fig. 96, m), das in seinem Mittelpunkte liegt, nimmt die Hälfte des ganzen Durchmessers oder sogar noch mehr ein. In der Mitte besteht es aus großen, locker mit einander verbundenen, durchsichtigen, dodecaedrischen oder kugelförmigen Zellen; gegen die Peripherie hin werden die Zellen auf eine progressive Weise kleiner (Fig. 97, m) und färben sich grün, so daß der Umfang des Markes einen ziemlich dunkelgrünen Gürtel von einem feinen und dichten Gewebe bildet, einen Gürtel, von dem die gleichfarbigen Markstrahlen (rm) ausgehen, welche in eine sehr große Menge von Büscheln den aus fasrigen Gefäßen be-



96.



97.

96. Horizontale Schnitte von einem jungen Ahornzweige (Acer campestre) unter einer sechsundzwanzigfachen Vergrößerung. — *m* Mark; — *em* Markröhre; — *fb* Holzbüschel; — *vp* punktirte Gefäße; — *rm* Markstrahlen; — *c* Cambium; — *fc* rindenartige Fasern; — *vl* Saftgefäße; — *ec* Zellenhülle; — *p* korkartige Hülle; — *ep* Epidermis.

97. Vertikalschnitte des nämlichen Zweiges, die parallel nach dem Durchmesser mit der Mitte eines von den Holzbüscheln gemacht und noch mehr als die vorhergehende vergrößert ist. — *t* Luftgefäße. Alle andern Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur.

stehenden Gürtel eintheilen, den wir außerhalb des Markes finden, und der mit demselben concentrisch ist. Diese Büschel (fb) unterscheiden sich durch ein weit dichteres Gewebe von demselben.

Sie haben alle die Gestalt eines abgestumpften Keils. Wenn man die horizontale Schnitte betrachtet, so kommt man sogleich auf den Gedanken, daß sie aus verschiedenen Elementen bestehen müsse, weil man mitten in einem dichten, mit kleinen Löchern besäeten Gewebe, andere weit größere und klaffende Oeffnungen sieht. Wenn man die Theile dadurch zu bestimmen sucht, daß man sie unter einer starken Vergrößerung an einem äußerst dünnen Vertikalschnitte in Beziehung auf ihre Durchsichtigkeit betrachtet oder sie mit einer äußerst feinen Nadelspitze von einander losmacht, so erkennt man, daß die großen Oeffnungen Gefäßen gehören (Fig. 97, vp), daß der übrige Theil des Gewebes, der fast voll zu sein schien, aus Fasern von mittlerer Länge bestehe, deren Wände ziemlich dick sind, und demnach der innere Kanal sehr fein ist, so daß ihre Oeffnungen sich nur noch als kleine Punkte zeigen können. Sie zeigen sich meistentheils in Reihen, welche von dem Centralmarke als Radien auslaufen. Nicht alle Gefäße gehören zu derselben Ordnung; die größeren und äußeren sind punktirte Röhren (vp), während in unmittelbarer Berührung mit dem Marke entrollbare Luftgefäße liegen (t). Sie behaupten immer diese Stelle in dem Stamme und nie eine andere. Sie sind es, welche sich unter den Gefäßen zuerst gebildet haben. Dieses Ganze von Luftgefäßen und Fasern, die ersten gebildeten Theile des Holzes, und die das Mark unmittelbar umgeben, haben den Namen **Markröhre** (Fig. 96, em) erhalten.

§. 56. **Außerhalb eines jeden aus faserigen Gefäßen bestehenden Büschels bemerkt man auf dem Horizontalschnitte einen andern Haufen von Fasern (Fig.**

96 und 97, sc) von einem matteren Weiß, die in Form eines Halbmondes, der seine convexe Seite nach außen kehrt, unter sich verbunden sind. Dieser Halbmond ist von dem übrigen Theile des Büschels durch einen Gürtel von grünlichem Zellgewebe geschieden (c). Dieser Gürtel verdient unsere Aufmerksamkeit; denn er scheidet die Rinde von dem Holze und wird später der Sitz der Bildung neuer Schichten, von denen das Wachsthum des Stammes in die Dicke herrührt. Diese Fasern, welche er von dem Holze absondert, sind die längeren Rindenfasern, die zäher als die Holzfasern sind.

In dem Augenblicke, wo man den Ahornzweig durchschneidet, sieht man eine weißliche und milchige Flüssigkeit herausschwitzen. Sie kommt aus der Rinde heraus, unmittelbar außerhalb des Büschels der Rindenfasern und die mikroskopische Untersuchung zeigt hier ein System von eigentlichen Gefäßen oder Saftgefäßen (Fig. 96 und 97, vl).

Noch weiter nach außen finden wir nichts mehr als Zellen, deren Ganzes das Rindenparenchym bildet. Es ist mit einer röthlichen Haut überzogen: dies ist die Epidermis (ep), die aus einer einzigen Reihe von Zellen gebildet und auf ihrer ganzen Oberfläche mit einem kleinen, feinen und weißlichen Flaume bedeckt ist. Wir haben bereits die Bildung dieser Haare angegeben, welche selbst wieder nichts anderes sind als Epidermiszellen, die in ihrer Gestalt modifizirt wurden.

Unter ihr finden wir mehrere Reihen von Zellen, die kubisch oder wie die der Strahlen in horizontaler Richtung verlängert sind (Fig. 97, p), die sich aber in ihrer Gestalt und Farbe in etwas von den Epidermiszellen unterscheiden. Die mehr nach außen liegenden haben noch etwas von ihrer röthlichen Farbe, die inneren sind dagegen braun. Die Reihen sind nach regelmäßigen, in einander befindlichen Schichten

geordnet. In dem bräunlichen Gürtel befindet sich ein anderer grüner (Fig. 96 und 99, ec) der aus Zellen gebildet ist, die mit Chlorophyll angefüllt sind. Diese unterscheiden sich nicht bloß durch ihre Farbe, sondern auch durch ihre rundere oder polyedrische Gestalt. Sie sind auch nicht so regelmäßig und in Reihen geordnet, die in concentrischen Schichten in einander liegen. Wir sehen also, daß man in dem Rindenparenchyme zwei Systeme findet: das äußere, mit rechtwinklichten und bräunlichen Zellen, welche Mohl die korkartige Schichte oder Hülle genannt hat (p), und die innere, von grüner Farbe, welche den Namen zellige Decke (ec), mit welchem man ehemals das Ganze dieser Schichten von so verschiedener Natur bezeichnete, beibehalten hat.

In der grünen zelligen Decke sieht man die Markstrahlen (rm), welche selbst diese Farbe haben, auslaufen. Jeder von ihnen besteht aus einer oder mehreren Zellenreihen, welche, zwischen die holzigen Büschel gepreßt, bald zusammengedrückt werden, sich in der nämlichen Richtung des Strahls verlängern und durch ihre Vereinigung dünne Streifen bilden. Man hat bisweilen das Gewebe dieser Streifen mauerförmig genannt, indem man dasselbe mit einer Mauer verglich, bei welcher die abgeplatteten und schichtenweise übereinander liegenden Zellen die Steine vorstellen würden.

§. 57. Ein einjähriger Zweig, den wir an dem gemeinen Ahorne untersucht haben, der aber an den meisten unserer dikotyledonischen Bäume die nämlichen Theile, bloß in mehr oder weniger verschiedenen Größen und Formen, gezeigt haben würde, stellt also gleich anfangs zwei sehr von einander verschiedene Systeme auf: ein inneres, das holzichte; ein äußeres, das rindenartige; beide Systeme sind durch einen Zellengürtel von einander getrennt.

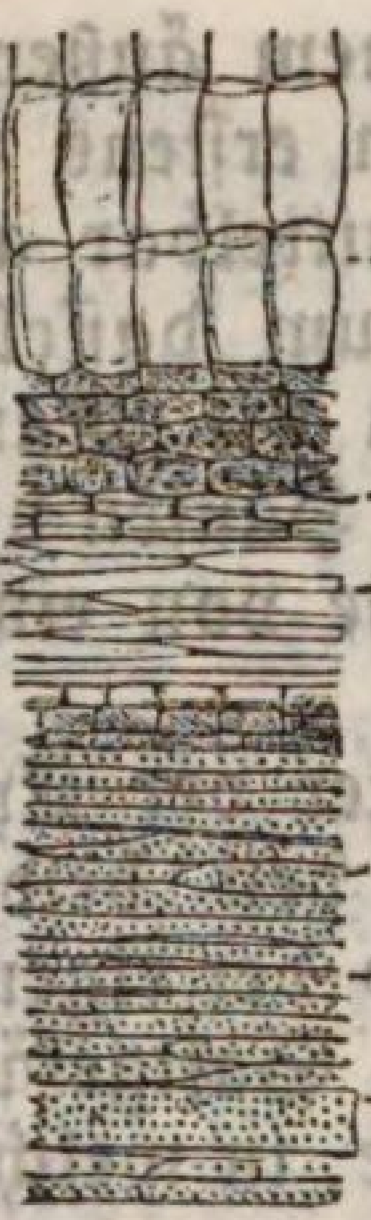
Das holzichte System besteht selbst wieder aus

dem Marke im Mittelpunkte und aus einem äußeren Gürtel von Faserbüscheln; diesen machen erstens im Innern die zuerst entwickelten und unmittelbar auf dem Marke liegenden Luftgefäße, die um dasselbe herum mit einigen untermengten Fasern die Markröhre bilden, zweitens weiter nach außen Haufen von Fasern aus, unter denen sich Spiralgefäße von einer andern Ordnung befinden.

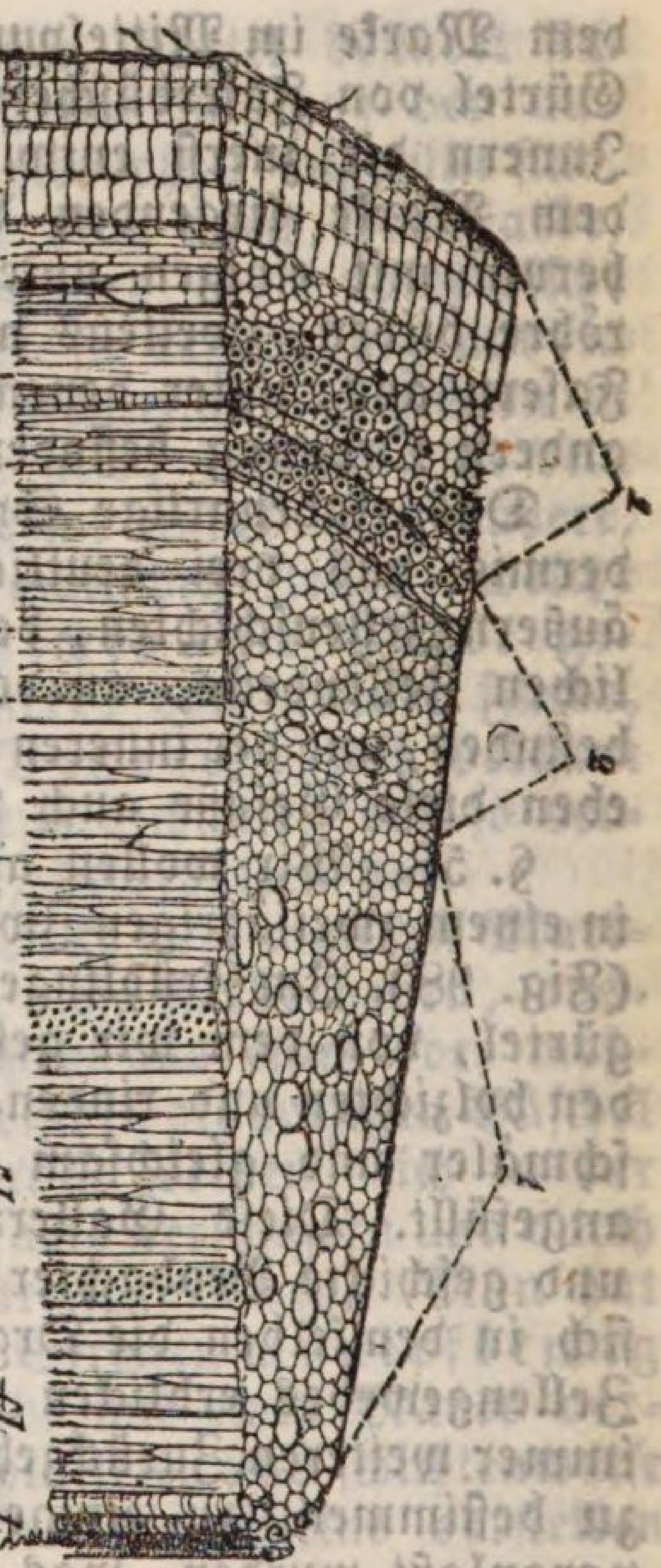
Das rindenartige System besteht unter der Epidermis aus drei deutlichen Schichten: den beiden äußern Zellenschichten, der Epidermis und der eigentlichen Zellendecke, an deren Gränze sich Saftgefäße befinden, und der inneren faserigen Schichte, in welcher eben diese Gefäße auch vermengt vorkommen.

§. 58. Wir wollen alle diese so bestimmte Theile in einem zweijährigen Zweige mit einander vergleichen (Fig. 98). Im Frühlinge zeigt sich der kleine Zellengürtel, von dem wir gesehen haben, daß er zwischen den holzichten und rindenartigen Systemen liege, weit schmäler und gleichsam mit einer flüssigen Gallerte angefüllt. Diese Gallerte verdichtet sich stufenweise, und geschickte Beobachter kommen darin überein, daß sich in demselben die Organisation eines entstehenden Zellengewebes erblicken lasse, obgleich sie bei ihrem immer weiteren Zurückgehen, um seine Bildungsweise zu bestimmen, zu einigen Meinungsverschiedenheiten veranlaßt wurden, was begreiflich ist, wenn es sich davon handelt, Theile von einer außerordentlichen Feinheit, die zugleich fast noch flüssig sind, zu bestimmen. Dem sei nun wie ihm wolle; es zeigen sich in diesem Gewebe später alle Entwicklungen von Elementarorganen, die denen ähnlich sind, die wir in dem einjährigen Zweige gefunden haben, und daher kommt der Name Cambium, den man ihm deßwegen gab, weil man ihm die Eigenschaft zuschrieb, sich in alle diese verschiedenen Organe zu verwandeln.

Man sieht wirklich nach Verlauf einiger Zeit,



99.



98.

daß sich in diesem Zwischenraume zwei neue Gürtel (Fig. 98, 2) gebildet haben; der eine ein rindenartiger (fc), der andere ein holzichter (fl), welche in der Regel den Gürteln vom ersten Jahre ähnlich sind, auf welchen sie sich anlegen und sich so zu sagen abformen; der rindenartige besteht aus Fasern, wie die innere Schichte der Rinde, mit welcher er in Verbindung steht; der holzichte, aus Fasern und Spiralgefäßen, wie der äußere Theil des Faserbüschels, neben wel-

98. Vertikale Schnitte eines zweijährigen Zweiges vom gemeinen Ahorn, bei welchem 1 die im ersten Jahre und 2 die im zweiten Jahre gebildeten Theile anzeigt. — Alle Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in den Fig. 96 und 97.

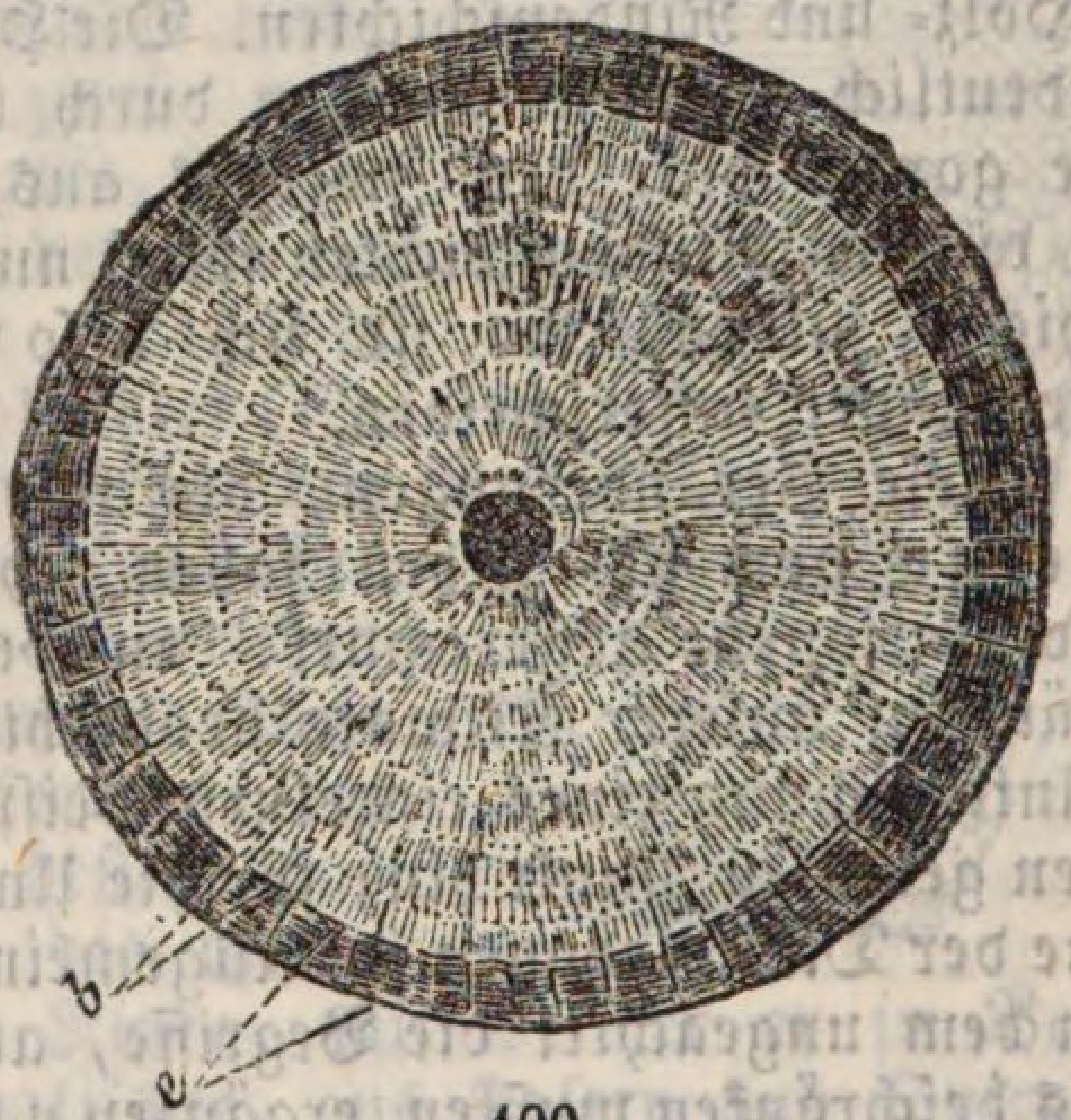
99. Einige Theile der vorigen Figur, die mehr vergrößert sind, so daß man ihren Bau, z. B. die Punktirungen der Holzfasern, deutlicher sehen kann — Die Buchstaben haben immer die nämliche Bedeutung.

chem er sich anlegt; denn er nimmt an der Natur seines inneren Theiles oder der Markröhre keinen Theil; man findet nie Luftgefäße in demselben. Der Theil des Cambiumgürtels, welcher den Zellenstrahlen entsprach, wird wie das frühere Gewebe, mit dem er in Beziehung steht, organisirt und bleibt zellenförmig, so daß der Strahl ohne Unterbrechung und ohne Modifizirung durch die neuen Schichten fortgeht.

Was in diesem zweiten Jahre vorgegangen ist, wiederholt sich im dritten und in allen nachfolgenden Jahren. Jedes erzeugt zwischen dem im vorhergehenden Jahre gebildeten Holze und Rinde wieder seine Holz- und Rindenschichte, und auf diese Weise erhält man nach Verfluß einiger Jahre eine gewisse Anzahl concentrischer Holz- und Rindenschichten. Die Holzschichten sieht man deutlich, und sie machen durch ihr Ganzes beinahe die ganze Dicke des Zweiges aus, während die äußerst dünnen Rindenschichten selbst nur eine sehr dünne Schichte bilden, wo sie sich also auch nicht wohl von einander unterscheiden.

§. 59. Diese Veränderungen, die wir an einem Ahornzweige vor sich gehen sahen, hätten wir, einige Modifikationen abgerechnet, an den meisten anderen Bäumen unserer Klimate beobachten können, und diese Untersuchung eines einzelnen Beispiels kann, bis auf einen gewissen Punkt hin, für die Untersuchung der Stämme der Dikotyledonen im Allgemeinen gelten. Wir wollen dem ungeachtet die Begriffe, auf die wir uns anfangs beschränken mußten, ergänzen und dadurch, daß wir nach der Reihe die Theile, welche wir in dem Stamme eines einzigen unserer Bäume unterscheiden gelernt haben, wieder vornehmen, zu erforschen suchen, auf welche Weise sie bei den andern verschieden sein können. Bäume, welche in unsern gemäßigten Klimaten wachsen, den regelmäßigen Abwechslungen unserer Jahreszeiten unterworfen sind, und natürlicherweise den hauptsächlichsten und lange

Zeit ausschließlichen Theil der Beobachtungen unserer Botaniker ausmachten, werden zuerst allein unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen; nachdem wir uns sodann einige Zeit lang bei diesen Stämmen verweilt haben, die wir gewissermaßen normal nennen können, werden wir vergleichungsweise einen Blick auf die Stämme gleichfalls dikotyledonischer Pflanzen werfen, deren Struktur mehr oder minder auffallende Verschiedenheiten darbietet, und welche, da sie meistens in tropischen Ländern vorkommen, deren Vegetation im Allgemeinen nur im Vorbeigehen von den Reisenden untersucht wurde, was sogar erst in der neuesten Zeit geschehen ist, nur ganz unvollständig bekannt sind.



100.

100. Horizontaler Schnitt eines Zweiges von einer achtjährigen Eiche. — *b* Holz, an welchem man acht concentrische Zonen sieht, die durch punktirte Linien, welche den Oeffnungen der großen Gefäße entsprechen, von einander getrennt sind. — *c* Rinde, welche auch acht concentrische, aber weit dünnere und nicht so deutliche Zonen zeigt. Durch Holz und Rinde gehen Markstrahlen, wovon die einen von der Peripherie bis zum Mittelpunkte, der das Mark bildet, die andern bloß bis zu einem Kreis gehen, der in einem der spätern Jahre gebildet wurde.

Wir werden nach der Reihe das holzige und das rindenartige System, in dem ersten das Mark, das Holz und die Markstrahlen; in dem zweiten die faserigen und die zwei Zellenschichten betrachten.

Holzichtes System.

Mark. — Wir haben gesehen, daß das Parenchym, woraus der Stamm im Anfange ausschließend gebildet war, später durch die Entwicklung des holzichten Kreises in zwei Regionen getheilt werde, wovon die eine, in der Mitte liegende, den Namen Mark erhält. Das von uns gewählte Beispiel zeigte uns, daß es aus Zellen bestehe, welche vom Mittelpunkte bis zur Peripherie hin immer an Volumen abnehmen, während sie zu gleicher Zeit eine immer dunklere grüne Farbe erhalten. Diese strotzen von reichlichen Säften, welche denen im Mittelpunkte fehlen, und an diesen verschiedenen Kennzeichen ist es leicht zu ersehen, daß sie ein um so kräftigeres Leben haben, je jünger sie sind. Nach und nach nimmt diese Energie ab, und nach einem Jahre hat das Mark gewöhnlich fast ganz eine gleichförmige, oft weiße Farbe angenommen, bisweilen ist es auch anders gefärbt. Seine Zellen, deren Volumen von innen nach außen abnimmt, enthalten nichts mehr als Luft, und das Leben in denselben scheint auf eine bestimmte Weise aufgehoben zu sein; oft zerreißen sie sogar, und mehr oder minder beträchtliche Gruben zeigen sich in dem Mittelpunkte, was bisweilen sogar vor dieser Zeit, namentlich bei den einjährigen Pflanzen mit sehr breitem Marke und von sehr schnellem Wachsthum bemerkt wird. Indessen mußten diese Zellen in dem ersten Jahre und namentlich zu Anfang desselben eine äußerst thätige Lebenskraft besitzen, und diese Thätigkeit konnte sogar ziemlich lange fortdauern. Dies beweisen die häufigen Verdichtungen ihrer Wände und

ihrer Punktirungen, was nur durch die Bildung neuer Schichten in dem Inneren von jeder stattfinden konnte und eine ziemlich lange Dauer von Thätigkeit voraussetzt.

Das Mark bildet im Mittelpunkte des Stammes eine Säule, deren Gestalt durch seinen Horizontalschnitt angegeben wird; dieser Schnitt stellte im Anfange wegen der Trennung der holzichten Fasern, die unter sich Winkel bildeten, die mit dem noch grünen Marke angefüllt waren, einen Stern vor. Diese Sterngestalt bleibt bisweilen; oft hat das Mark die Gestalt einer Kreisfläche, oft auch eines Polygons mit mehr oder weniger zahlreichen Seiten. Bei gewissen Pflanzen reduzirt es sich auf vier, wo es ein Quadrat oder ein Rechteck vorstellt, z. B. in der Linde, in mehreren kletternden Bignonien; bisweilen hat es die Gestalt eines Dreiecks, z. B. in dem Oleander; es kann noch wunderlichere Gestalten, wie z. B. die eines Kreuzes in einigen Bauhinien annehmen.

Man war der Meinung, daß die Gestalt des Markes mit der des Stammes oder auch mit der Art und Weise in Verbindung stehe, wie die Blätter und demnach die Zweige auf demselben geordnet sind. Diese Annahme, welche ziemlich wahrscheinlich zu sein scheint, gründete sich auf verschiedene Beispiele; andere widersprechen ihr. So kann man, um nicht von der Anordnung der Blätter zu sprechen, mit denen wir uns noch nicht beschäftigt haben, ein cylindrisches Mark in einem vieleckigen Stamme antreffen. Das Mark hat übrigens auf verschiedenen Höhen eines und desselben Stammes nicht immer durchgängig die nämliche Gestalt.

Der Durchmesser des Markes kann gleichfalls in zwei Zweigen von gleichem Durchmesser verschieden sein. Ist er in verschiedenen Zeiten auf gleichen Punkten der Höhe verschieden? Nimmt er mit dem Alter zu oder ab? Veränderungen können in der frühen Jugend

des Stammes stattfinden. Durch Vervielfältigung der Zellen und durch die Vergrößerung einer jeden derselben, muß sich das Mark erweitern; später, wenn sich die holzigen Büschel entwickeln, so können sie sich gleichfalls nach allen Richtungen hin ausdehnen, und durch ihre Ausdehnung nach innen das Mark etwas zurückdrängen. Es tritt aber ein Augenblick ein, wo das Gleichgewicht wieder hergestellt wird und alsdann bleibt das Volumen desselben unveränderlich; davon kann man sich überzeugen, wenn man alte Stücke und junge Zweige vom Holunder gegen einander hält. Man hatte lange Zeit geglaubt, daß, da es durch das Wachsthum des Holzes im Inneren immer zurückgedrängt werde, es endlich ganz verschwinde; dies war aber eine Täuschung, welche aus seiner relativen Kleinheit entsprang, wenn man es an einem großen Stamme beobachtete. Genaue Messungen beweisen das Gegentheil.

Wir haben gesagt, daß das Mark bloß aus Zellgewebe bestehe. Man findet jedoch bisweilen in demselben hie und da Faser- und Gefäßbüschel, besonders in gewissen krautartigen Pflanzen, deren schnelle und außerordentliche Entwicklung bei dieser Klasse von Pflanzen, z. B. bei verschiedenen großen Doldengewächsen, namentlich aus der Gattung Ferula, ungewöhnliche Dimensionen hat. Solche Büschel zeigen sich auch und bleiben in dem Marke der obgleich holzichten Pfefferstauden. Die Zusammensetzung dieser Büschel, deren Gefäße entrollbare Luftgefäße sind, möchte zu verrathen scheinen, daß sie nichts anderes sind, als Theile der Markröhre, welche sich losmachten und nach innen von ihrem rechten Wege abgewichen sind. In Verbindung mit diesen Luftgefäßen sieht man Haufen von Fasern und oft auch Saftgefäße. Das Vorkommen dieser letztern im Marke ist etwas weit Gewöhnlicheres als das der andern Gefäße, z. B. in dem Marke des Attichs oder in dem des

Bayerische Staatsbibliothek

Feigenbaums, aus welchem man in dem Augenblicke, wo man ihn durchschneidet, den milchigen Saft herausschwitzen sieht; dies ist aber nur in den jungen Zweigen der Fall und gewöhnlich zeigen sich die Saftgefäße in denselben nur zerstreut und nicht sehr zahlreich.

§. 61. **Holz.** — Wir haben gesehen (§. 56), daß die erste Holzschichte aus Faser- und Gefäßbüscheln bestehe, die in einem Kreise um das Mark herumliegen, daß diese durch ziemlich breite Streifen von Zellengewebe, die wie Radien vom Marke zur Rinde hingehen, von einander getrennt sind, daß sich später neue Büschel in der Dicke dieser Strahlen entwickeln und ihre Menge auf Kosten ihrer Breite vermehren (Fig. 95, f' f''), daß sich diese Büschel sowohl wegen ihrer Vervielfältigung als auch wegen der Vergrößerung ihres Gesammtvolumens, das aus der Vergrößerung des Volumens eines jeden ihrer einfachen Organe insbesondere entspringt, endlich einander nähern und sich so berühren, daß sie die Strahlen, die durch sie getrennt werden, auf äußerst dünne Plättchen bringen. Sie bilden auf diese Weise einen Holzring (Fig. 96, fb).

§. 62. Wir haben ferner gesehen, daß dieser Ring, der in seinem inneren Theile mit dem Marke in Berührung steht, einen besonderen Bau hat, daß er da und sonst nirgends eine Menge entrollbarer Luftgefäße zeigt (Fig. 97, t) und daß dieser innere Theil den Namen Markröhre erhalten habe. Diese formt sich nach dem Marke oder vielmehr das Mark formt sich nach ihr, und die eingehenden Winkel, die es immer in den ersten Zeiten macht, und welche an gewissen Stämmen bleiben, entsprechen eben so vielen vorspringenden Winkeln, welche den inneren Rand eines jeden Gefäßes bilden.

Die Markröhre ist derjenige Theil des Holzes, welcher die geringsten Veränderungen erleidet. Ihre

Luftgefäße behalten das Volumen, das sie frühzeitig erlangt haben und können sich sogar in ziemlich alten Stämmen entrollen.

§. 63. Der ganze übrige Theil des Holzringes, und dies ist sein größerer Theil, besteht aus Fasern und Gefäßen von einem anderen Range, die ringförmig, gestreift oder punktirt sind (Fig. 97, vp, vp) und gewöhnlich einen weit größeren Durchmesser haben.

Wir wissen, daß hier die Entwicklung der krautartigen Pflanzen stehen bleibt. Es gibt einige darunter, deren Entwicklung eine ziemlich feste Consistenz in diesem ersten Jahre durch die Ausbildung in die Breite dieser ersten Schichte und die Dichtheit, welche ihre Elemente erlangen, annehmen kann. Wir wissen endlich, daß sich in den Pflanzen, deren Stamm mehr oder minder viele Jahre lebt, jedes Jahr zwischen dem Holze und der Rinde, deren Zwischenraum mit Cambium (Fig. 97, c), einer anfangs fast flüssigen, sodann zu einem Zellgewebe organisirten Materie ausgefüllt ist, eine neue Holzschichte bildet, die sich nach der vorhergehenden abformt. Es ist also klar, daß die Zahl der Schichten die Anzahl der Jahre angibt, welche der Baum gelebt hat, und daß sein Alter auf diese Weise auf seinem Schnitte angegeben wird, ist eine seit langer Zeit anerkannte Wahrheit, * welche auch mehr oder weniger auffallende Thatsachen bestätigt haben. Nehmen wir nun an, daß die Cam-

* Man schreibt Malpighi die Ehre zu, zuerst diese Beobachtung gemacht zu haben; sie mußte aber zu seiner Zeit schon unter dem Volke bekannt gewesen sein, da ja dieser berühmte Anatom im Jahre 1628 geboren wurde und man in Montaigne's Reise nach Italien im Jahre 1581 folgende Stelle lesen kann: „Der Professionist, ein geschickter und berühmter Mann in Verfertigung schöner, mathematischer Instrumente, sagte mir, daß alle Bäume so viele Ringe haben, als sie Jahre gedauert haben und er zeigte es mir an allen denen, die er in seinem Magazine hatte, wo er in Holz arbeitete. Der Theil, welcher nach Norden sieht, ist schmaler und hat engere und dichtere Ringe als der andere. Dadurch rühmt er sich, man möge ihm auch ein Stück bringen, welches man wolle, das Alter des Baumes und seine frühere Lage anzugeben."

Bayerische Staatsbibliothek

Splintschichte an gewissen Stellen zerstört worden sei, was in Folge einer sehr strengen Kälte geschehen kann, so wird sich an diesen Stellen kein Holz erzeugen, es werden sich vielmehr daselbst in der Dicke des holzichten Gewebes eben so viele Gruben bilden müssen. In allen darauf folgenden Jahren, in welchen die Kälte nicht die nämliche Wirkung ausgeübt hat, bilden sich eben so viele Holzschichten und überziehen die Grube. Wenn man diese Grube auffindet, so muß man von derselben nach außen eben so viele Ringe zählen, als seit dem strengen Winter, der sie verursachte, Jahre verflossen sind. Dies hat auch die Erfahrung wirklich bestätigt. Als man sehr alte und sehr dicke Ulmen fällte, so fand man in ihrem Inneren solche Unterbrechungen der Stetigkeit. Man zählte die Zahl der concentrischen Schichten, womit sie überzogen waren, und konnte auf diese Weise darthun, daß die Holzschichte, in welcher sich Gruben befanden, in dem und dem Jahre entstanden sein mußte; und man fand auch wirklich, daß dieses Jahr genau auf einen außerordentlich strengen Winter fiel. Stücke von diesen Bäumen kann man in den botanischen Gallerien des Pariser Museums sehen. Man findet daselbst auch ein Stück von einer Buche, mit einer Jahreszahl (1750), die in ihre Rinde eingeschnitten war und die nämliche Jahreszahl auch in dem Innern ihrer Holzschichten; beide waren durch eine gewisse Anzahl von Schichten (35) von einander getrennt. Diese Zahl gab genau die Zahl der Jahre an, welche zwischen obiger Jahreszahl und der, in welcher der Baum gefällt wurde (1805) verflossen waren. Der in den noch ziemlich jungen Baum gemachte Einschnitt konnte gar wohl durch die ganze Dicke der Rinde und noch etwas in die Dicke des Holzes hineingegangen sein. In diesem Letztern entsteht daraus eine Grube, welche, wie die von dem Frost erzeugte, durch die

Bayerische Staatsbibliothek

sich bildenden Schichten in den nachkommenden Jahren überzogen wurde. Hier ist aber die Erfahrung vollständiger, weil sie die Rinde nebst dem Holze umfaßt und ihr unverfälschtes Datum mit sich führt. Die meisten botanischen Sammlungen enthalten derartige Denkmäler, wovon man die einen dem Zufalle verdankt, die andern Versuchen, die in der Absicht angestellt wurden, die Wachsthumsweise unserer Bäume außer allen Zweifel zu stellen. Es ist ganz leicht, zwischen Holz und Rinde einen fremdartigen Körper, z. B. ein Metallplättchen zu bringen, und man findet bei dem Abnehmen des Astes nach Verlauf einer gewissen Anzahl von Jahren, daß dieses Plättchen mit einer gleichen Anzahl von Schichten überzogen ist.

Wir haben gesagt, daß jeder Ast auf dieselbe Weise, wie der Stamm wachse. Die Aeste, welche in dem ersten Jahre aus demselben entstanden sind, haben also die nämliche Anzahl von Schichten; diejenigen, welche ein, zwei, drei Jahre später erschienen, haben, der erstere drei, der zweite zwei und der dritte nur eine Schichte. Fällt man einen Baum an seiner Grundfläche, so kann man auf diese Weise angeben, zu welcher Zeit seines Lebens sich jeder seiner Aeste gebildet habe, indem man von der Zahl der Schichten dieser Grundfläche die Zahl der Schichten des Astes abzieht. Zählt man z. B. fünfzig concentrische Schichten an einem Stamme, dreißig an dem oder dem Aste, zehn an einem andern, so war der Baum zwanzig Jahre alt, als er den ersten Ast, vierzig, als er den zweiten hervorbrachte.

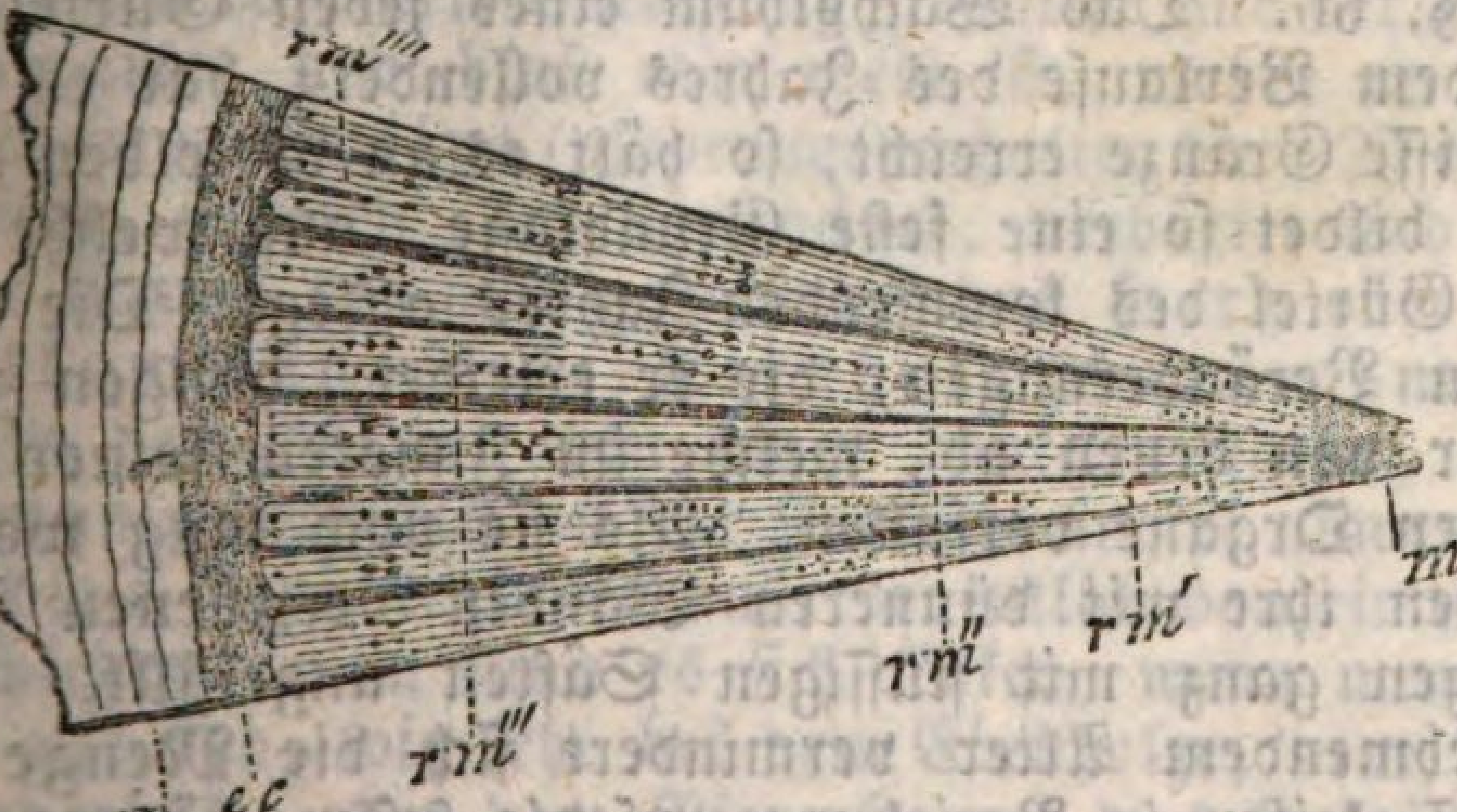
§. 64. Wie kann man aber diese Schichten, die doch aus den nämlichen Elementen bestehen, von einander unterscheiden? Sehr leicht, weil in jeder die mannigfaltigen Elemente auf keine gleichförmige Weise in der ganzen Dicke zerstreut liegen, sondern sich auf eine gewisse constante Weise vertheilen. Man nehme

z. B. ein Scheit von einer Eiche (Fig. 100 und 101) oder einer Ulme, und untersuche, nachdem man einen gewissen Theil von der Oberfläche seines Schnittes sauber abgeschnitten hat, seine Gürtel, und man wird sehen, daß der innere Rand eines jeden mit einer oder mehreren Linien von kleinen Löchern bezeichnet ist, welche in dem ganzen übrigen Theil des Gürtels nicht mehr vorkommen: Diese Löcher sind die Oeffnungen so vieler großen Gefäße, die sich bloß an diesem inneren Rande befinden, während die mehr nach außen gehende Schichte aus eng an einander anschließenden Fasern mit ziemlich dicken Wänden besteht, so daß sie nicht hohl erscheinen und daß der Kanal, welcher der Länge nach durch sie hindurch geht, von dem unbewaffneten Auge nicht wahrgenommen wird. An einem Hagebuchen-, Linden- oder Ahornscheite bemerkt man diese großen Gefäße nicht, deren weite Oeffnung den inneren Rand des Jahresringes so deutlich anzeigt; dafür ist er aber fast ganz mit den Oeffnungen kleinerer, unter sich gleichen Gefäße übersäet. Diese hören jedoch immer gegen den äußern Rand hin auf, der ausschließend aus mehreren Reihen von Fasern besteht, die bei ihrer Annäherung an diesen Rand immer schlanker, an einander gedrängter und farbiger werden und es entsteht daraus zwischen dieser und der folgenden Schichte eine manchmal stark gefärbte, bisweilen blasse und ziemlich undeutliche Gränzlinie.

An mehreren Holzarten bezeichnet diese Gränzlinie eine kreisförmige Reihe von Zellen, die denen der Markstrahlen ähnlich sind; seltener erlangt dieses Zellgewebe, das zwischen den Holzschichten liegt, mehr Dicke, z. B. in dem Sumach, wo seine Zellen, die in mehreren concentrischen Reihen liegen, groß und wie das Mark gefärbt sind. Auf diese Beobachtung stützte sich eine sinnreiche Theorie, nach welcher jeder, nach dem ersten Jahre erzeugte Ring selbst wieder ein Mark hat, das jener Zellengürtel vorstellt, der

im Innern seines Holzes liegt, und der in Beziehung auf jenen Ring die nämliche Rolle spielte, welche das Centralmark in Beziehung auf den dasselbe umgebenden Holzring spielt. Außer dem Einwurfe aber, den man daraus nehmen kann, daß in den meisten Fällen diese Markgürtel nicht vorhanden sind, würde der Mangel einer Markröhre in jeder, auf das erste Jahr folgenden Schichte noch einen wesentlichen Unterschied begründen.

§. 65. Wir haben §. 52 gesehen, daß sich die Zahl der holzichten Büschel vermehre, weil sich in dem anfänglich weiten Zwischenraum, der sie trennte, und der zur Bildung der Markstrahlen diente, neue entwickeln (Fig. 94 u. 95). Diese Büschel vermehren sich später auf eine andere, so zu sagen umgekehrte Weise, weil man sieht, daß sich neue Markstrahlen zwischen die holzichten Elemente legen (Fig. 101).



101.

101. Horizontaler Schnitt zweier Holzbüschel der Korkeiche von einem mehrjährigen Aste. Man sieht, daß sich jeder dieser Büschel, welche durch den Markstrahl *rm'* getrennt sind, in den darauf folgenden Jahren in mehrere Nebenbüschel getheilt hat, die um so zahlreicher sind und von mehreren um so kürzeren Strahlen (*rm'' rm''' rm''''*) getrennt werden, als diese Strahlen von einem mehr nach außen liegenden und demnach späteren Ringe entstanden sind. — *m* Mark. — *cc* Zellennetz. — *p* korkartige Hülle, welche bei dieser Art von Eiche sich außerordentlich entwickelt.

Wir wissen, daß bei dem Erzeugnisse eines jeden Jahres auf jedes schon vorhandene Gewebe sich ein ähnliches bei seiner Bildung lege: Zellen auf Zellen, um die Markstrahlen fortzusetzen; Fasern und Gefäße auf Fasern und Gefäße, um die Holzfasern fortzusetzen. Der auf diese Art sich auf den alten anlegende neue Büschel ist aber nicht einfach wie jener; er ist doppelt oder dreifach und auf diese Weise durch Zellenreihen, welche neue Strahlen (rm''rm'''rm'''') erzeugen, die sich aber von den ersteren (rm') dadurch unterscheiden, daß sie nicht vom Mittelpunkte ausgehen, in mehrere zerschnitten. In dem neuen Gürtel, welcher größer als die ihm vorangegangenen ist, weil er der äußere ist und und mit denselben concentrisch läuft, hat sich natürlicher Weise eine größere Anzahl von Büscheln und dazwischen liegenden Strahlen gebildet.

§. 66. Das Wachsthum eines jeden Gürtels ist in dem Verlaufe des Jahres vollendet; hat es eine gewisse Gränze erreicht, so hält es an derselben inne und bildet so eine feste Grundlage, auf welche sich der Gürtel des kommenden Jahres anlegt. Die weiteren Veränderungen, die er erleidet, hängen nicht mehr von denen ab, welche im Inneren seiner einfachen Organe vorfallen. Als sie noch jung waren, waren ihre mit dünneren Wänden versehenen Höhlungen ganz mit flüssigen Säften angefüllt. Mit zunehmendem Alter vermindert sich die Menge der Flüssigkeiten in Beziehung auf die festen Körper, sowohl weil sich die Wände eines jeden Organs durch das Hinzukommen in einander liegender Schichten verdichten (§. 6), als auch weil die in denselben enthaltenen Stoffe in Folge der Verdunstung ihres flüssigen Theiles oder neuer chemischer Verbindungen sich gleichfalls verdichten und immer härter werden. Auf diese Weise bildet sich der **Holzstoff**, eine Materie, welche die Dichtheit der Faserwand

vergrößert, indem sie dieselbe fast in ihrer ganzen Dicke durchdringt. Während die Faser in allen Holzarten von gleicher Natur ist, gibt ihr der Holzstoff, der bei jeder Art verschieden ist, ihre besonderen Eigenschaften. Es muß endlich der Augenblick eintreten, wo die so fest gewordenen Fasern den Flüssigkeiten keinen Durchgang mehr erlauben.

§. 67. Weil das Alter diese Modifikationen herbeiführt, so müssen sie in den mehr nach innen liegenden Ringen, deren Gewebe voller, härter, trockener ist, als in den äußeren, ausgebildeter sein. In den farbigen Hölzern ist es der Mittelpunkt zuerst und die Färbung geht mit der Härte gegen die Peripherie hin. Daher rührt in vielen Hölzern die Verschiedenheit zweier Theile: 1) eines äußeren, welcher noch die Eigenschaften des jungen Holzes hat, das heißt, welcher von den flüssigen Säften durchdrungen ist, denen es einen Durchgang gestattet und der demnach zarter und blaß oder weiß ist, woher er auch den Namen Splint (alburnum) erhalten hat; 2) eines zweiten, inneren, der vertrocknet, verhärtet und gefärbt ist und den man gewöhnlich das Herz oder das vollkommene Holz, Kernholz (duramen) nennt.

In den Hölzern von einer dunkeln Farbe, und die man gewöhnlich in der Kunstschreinerei anwendet, sind diese zwei Regionen außerordentlich von einander verschieden; man kann es sich denken, wenn man es auch nie sah, wie sehr bei dem Ebenholze, dem Palixanderholze oder dem Nierenbaume das Herz, das zu Verfertigung unserer Möbel gebraucht wird, von dem noch weißen Splinte absteche. Es ist unnöthig, diese natürlichen, in den verschiedenen Hölzern so verschiedene Schattirungen, die Jedem an den bereits bekannten einfallen und wovon er weniger bekannte und mannigfaltigere Exemplare in den Sammlungen aufsuchen kann, hier aufzuzählen. Obgleich sich diese Intensität der Farbe vorzüglich an den Bäumen hei-

ßerer Klimate wahrnehmen läßt, so kommt sie doch bei einigen der unsrigen in einem sehr auffallenden Grade vor. In den meisten geht jedoch diese Veränderung langsam von statten und der Uebergang vom Splinte zum Holze ist mehr oder weniger unmerklich abgestuft. Bei mehreren, wie z. B. bei der Pappel und der Weide, wo sich das Holz nicht färbt und das man demnach weißes oder weiches Holz nennt, bemerkt das Auge keinen Unterschied. Die Härte steht gewöhnlich in geradem Verhältnisse zu der Färbung. Man führt die dunkelsten Hölzer, z. B. das Ebenholz, das Eisenholz als die compactesten und dauerhaftesten an. Die weißen Holzarten sind auch die weichsten und werden auch schneller und leichter abgenützt, denn sie haben theilweise die Natur des Splintes beibehalten. Die schlechte Beschaffenheit derselben ist unter dem Volke allgemein bekannt; sie könnte übrigens auch ohne Mitwirkung der Erfahrung, aus dem, was wir bereits in dieser Beziehung gesagt haben, nämlich aus der größeren Menge von Flüssigkeiten und der geringeren von festen Theilen in ihrem Gewebe gefolgert werden. Außer der Verringerung, welche für diesen Theil daraus entspringt, der allein aufbewahrt und bearbeitet werden soll, ist es ferner begreiflich, daß der Ueberfluß an Flüssigkeiten durch ihre Verdunstung oder durch neue Verbindungen, welche ihr Zustand begünstigt, eine Menge nachtheiliger Veränderungen in dem Volumen und sogar in der Zusammensetzung dieses unvollkommenen Holzes mit sich führt und vorzüglich immer bereite Feinde, die Insekten, herbeilockt, welche von der Anhäufung der Stoffe, die zu Ernährung des Pflanzengewebes selbst bestimmt sind, angezogen werden.

§. 68. Die Jahresschichten haben eine sehr ungleiche Dicke; sie sind viel breiter in dem weichen Holze, das, wie man weiß, ein sehr schnelles Wachsthum hat, und viel weniger breit in dem harten Holze. Sie sind über-

dies in dieser Hinsicht in einer und derselben Art von Bäumen nach den Umständen, in welche sie sich versetzt sehen, sehr verschieden. Auf diese Weise wird ein Baum nicht so dick werden, wenn er von andern, zu enge neben ihm stehenden Bäumen umgeben ist, wenn er in einem minder günstigen Boden steht, wenn er in einem rauheren Klima wächst, wo der Winter länger anhält. Bei den letzten Bäumen, die man noch gegen den Pol hin antrifft, kann man die Jahresschichten noch unterscheiden; sie sind aber außerordentlich dünn. Aus dem nämlichen Grunde findet man unter den aufeinander folgenden Schichten eines und desselben Baumes eine häufige Ungleichheit, welche von den verschiedenen Jahreszeiten in den entsprechenden Jahren herrührt.

Eine andere Ursache der Ungleichheit der Schichten, welche schwer zu bestimmen ist, liegt in dem Alter des Baumes. Ein älterer Baum wird regelmäßiger, aber langsamer dick, als in seiner Jugend, und in dieser gibt es eine Periode, in welcher er mehr als in einer andern an Dicke zunimmt, z. B. die Eiche von zwanzig zu dreißig Jahren. Auf der andern Seite verbindet sich die geringere Dicke, sie mag aus einer Ursache entsprungen sein, aus welcher sie will, gewöhnlich zu einer größeren Dichtheit des Holzes. Das Wissen des Forstmanns besteht also in der Kenntniß der Natur einer jeden Baumart; er kann vortheilhaft auf dieselbe einwirken oder gegen sie ankämpfen; er weiß für die regelmäßigen Schläge, bei welchen man vorzüglich auf die Menge des Holzes Rücksicht nimmt, das Jahr zu wählen, wo das Wachsthum desselben langsamer vor sich zu gehen anfängt; sieht man hingegen vorzugsweise auf die Qualität desselben, so wird eine andere Zeit passender sein.

Ein und derselbe Gürtel hat in seinem ganzen Umfange nicht immer eine gleiche Dicke, und bei einer vorkommenden Ungleichheit läßt sich dieselbe gewöhnlich an einer großen Menge von Schichten wahrnehmen,

die auf einander folgen und auf derselben Seite liegen, so daß man deutlich einsieht, daß sie von einer permanent nach dieser Richtung hinwirkenden Ursache herrühre. Man hatte anfänglich geglaubt, daß diese Ursache in der verschiedenen Stellung hinsichtlich der verschiedenen Seiten des Baumes, welche mehr gegen Süden hin, als gegen Norden wachsen, liege. Man hat sich aber von der Nichtigkeit dieses Einflusses überzeugt, welcher überdies noch gewöhnlich und regelmäßig wirken müßte, und man hat dargethan, daß diese Erscheinung rein lokalen Einflüssen, z. B. dem Umstande, daß der Baum auf der einen Seite eingeengt und versperrt, auf der andern Seite frei und dem Lichte ausgesetzt ist, vorzüglich aber dem, daß seine Wurzeln auf der einen Seite einen besseren Boden als auf der anderen finden, zuzuschreiben ist.

§. 69. Wir haben die Abwechslung der Jahreszeiten als den Bestimmungsgrund der Bildung der jährlichen Schichten wegen ihrer regelmäßigen Unterbrechung und Wiederaufnahme der dazu erforderlichen Arbeit angegeben. Was geht demnach unter den Wendezirkeln vor, wo die Winter zu warm sind, um den Vegetationsprozeß zu unterbrechen? Es möchte scheinen, daß er unaufhörlich vor sich gehen, und daß das zu jeder Zeit gebildete Holz sich nicht in deutliche Gürtel absondern müsse. Wirklich ist dies auch an vielen Bäumen dieser Gegenden weniger der Fall, obgleich man sie im Allgemeinen noch findet. Und dies rührt daher, daß bei den meisten die Vegetation auch einer periodischen Ruhe unterworfen ist; die trockene Jahreszeit, welche für viele Bäume das Abfallen des Laubes zur Folge hat, ersetzt dort bis auf einen gewissen Punkt unseren Winter. Anhaltende Beobachtungen in Klimaten, die dem unsrigen so wenig ähnlich sind, würden uns übrigens ganz gewiß viele Thatsachen angeben und erklären, die von denen, an welche wir uns gewöhnt haben, so verschieden sind.

§. 70. Es ist begreiflich, daß, wenn in einem und demselben Jahre eine Pflanze solchen Bedingungen unterworfen wäre, wodurch ihre Vegetation abwechselnd eingestellt und wieder in Thätigkeit gesetzt würde, sich mehrere theilweise Gürtel in der gewöhnlichen Schichte, welche das Produkt dieses Jahres ist, abbilden könnten. Dies sieht man auch wirklich bisweilen an unsern Pflanzen, besonders an den krautartigen, deren rascheres Wachsthum unter dem Einfluß dieser Abwechslungen steht und denselben beurkunden kann, für welche ein härteres, langsamer und besser ausgebildetes Holz unempfindlich bleibt. Wir werden in der Abhandlung von Blättern und Knospen eine Erklärung finden, durch welche diese Vielfachheit concentrischer Ringe, die zu der Bildung des gewöhnlich einfachen Holzringes beitragen, deutlich gemacht wird.

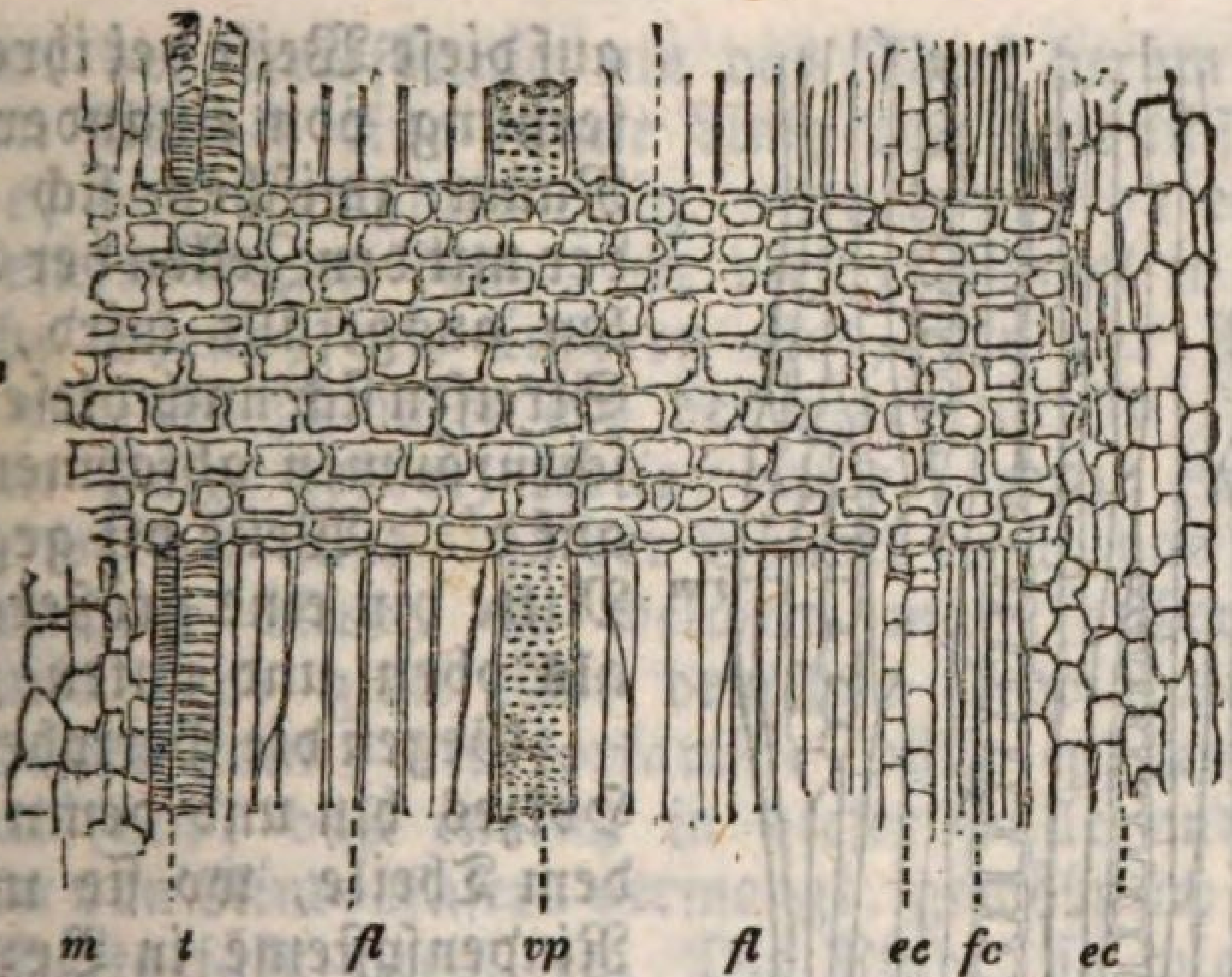
§. 71. Der Mangel an deutlichen Gürteln in einem Holze von mehreren Jahren ist eine umgekehrte, weit häufigere und sogar bei einer ziemlich großen Anzahl von holzigen Pflanzen constante Erscheinung. Man wäre beinahe geneigt, sie durch die Einwirkung eines Klima, wo sich die Abwechslung der Jahreszeiten nicht wahrnehmen läßt, um so eher zu erklären, als sich diese Erscheinung sehr oft an den in unsern Treibhäusern gezogenen Bäumen wahrnehmen läßt, wo die Verschiedenheiten der Jahreszeiten so viel, als es von uns abhängt, auf eine künstliche Weise aufgehoben worden sind; bei einigen sind die holzigen Gürtel nicht zu erkennen und hören bei vielen andern, obgleich sie deutlich sind, doch auf, der Zahl der Jahre genau zu entsprechen. Da jedoch die Einheit einer Jahreszeit den ganzen Verlauf eines und desselben Jahres hindurch eine Bedingung ist, die sogar unter den Wendezirkeln, wie wir so eben gesehen haben, selten vorkommt; da neben diesen Pflanzen andere wachsen, welche, obgleich sie nothwendigerweise denselben Einflüssen unterworfen sind, eine

Reihenfolge concentrischer Gürtel zeigen; da überdies immer bei gewissen Arten, bei gewissen Gattungen und sogar bei gewissen ganzen Familien jene eigenthümliche Organisation vorkommt, so ist anzunehmen, daß sie von der Natur dieser Pflanzen selbst abhängt. Wir wollen als Beispiele hiefür die Cactus- und die Pfefferarten anführen.

Es gibt endlich Pflanzen, an welchen man mehrere Ringe bemerkt, wovon aber jeder das Produkt mehrerer Jahre ist. Dies ist der Fall mit der Sagopalme, und er gehört zu dem, den wir bei den im Treibhause gezogenen Bäumen und Sträuchern anführten.

§. 72. **Markstrahlen.** — Wir haben in allen vorhergehenden Artikeln Gelegenheit gehabt, häufig von den Markstrahlen zu sprechen; wir haben ihre Zusammensetzung, wie sie sich bilden und vervielfältigen, angegeben. Diejenigen, welche gleich bei dem Entstehen des Stammes vorhanden sind und ohne Unterbrechung vom Marke bis zur Rinde fortlaufen, hat man große Strahlen (Fig. 101, rm') genannt; diejenigen aber, welche sich erst in den folgenden Jahren zeigen und ihren Ausgangspunkt in den, diesen Jahren entsprechenden Schichten haben, erhielten den Namen kleine Strahlen (Fig. 101, rm'', rm''', rm''''). Diese zeigen sich sogar in den Holzarten, in welchen sich keine Schichten deutlich wahrnehmen lassen und verrathen also, obgleich auf keine klare Weise, aufeinander folgende Bildungen, welche die Gleichartigkeit der ganzen Holzmasse sonst nicht wahrzunehmen gestattet.

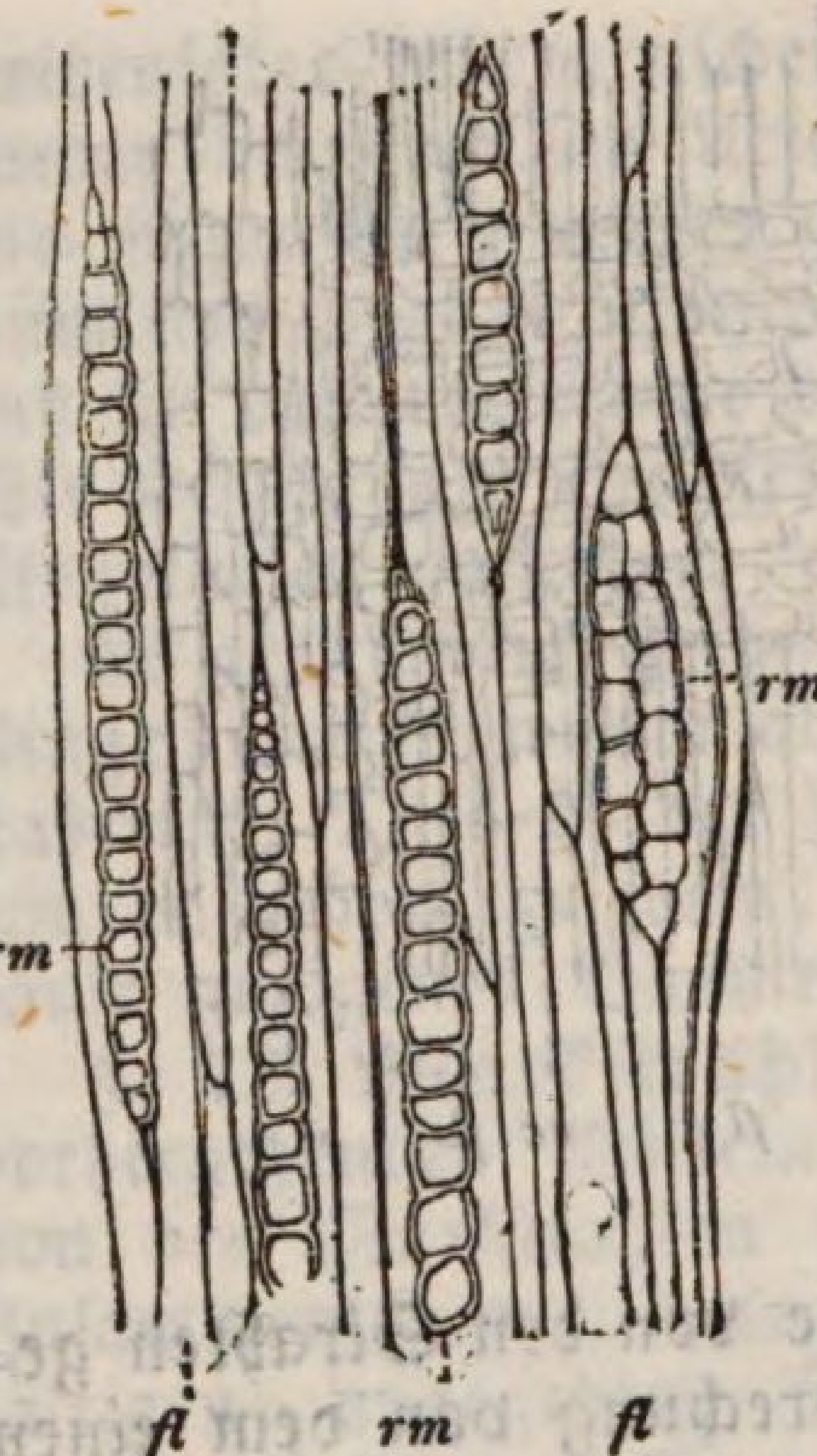
Wenn man die Strahlen nicht mehr allein nach dem horizontalen Schnitte, sondern an dem der Länge nach gespaltenen Stamme untersucht, so sieht man, daß die Zellen, woraus sie bestehen, und welche in einer oder mehreren Reihen übereinander liegen, dünne Streifen bilden (Fig. 102, rm). Ist der Gang der Büschel vollkommen geradlinicht, wie z. B. in der



102.

Waldrebe, so erstrecken sich die von den Strahlen gebildeten Streifen ohne Unterbrechung von dem einen Ende des Stammes bis zum andern, und nach dieser Richtung wird das Holz, und zwar außerordentlich leicht, gespalten. In den meisten Fällen sind aber die besondern Büschel auf ihrem senkrechten Wege mehr oder weniger gebogen, und die Streifen unterbrechen sich alsdann da, wo sie von ihrem Wege abweichen. Dies wird ganz deutlich dadurch bewiesen, daß man entweder die Oberfläche des entrindeten Holzes genau untersucht, oder was noch besser ist, man beweist es an sehr dünnen, vertikalen Schnitten, die auf den Strahlen senkrecht stehen (Fig. 103). Man sieht, wie die anfangs vereinten Büschel ein wenig auseinander laufen, um sich weiter unten wieder zu vereinen und

102. Vertikaler Schnitt eines einjährigen Zweiges vom gemeinen Ahorn, der durch das unter einer starken Vergrößerung gesehene Mark geht. — Man sieht den Streifen, der von dem Markstrahle *rm* gebildet ist, sich von dem Marke *m* zum Rindenparenchym *ec* erstreckt und auf seinem Wege erstens einen holzigen Büschel, der von außen nach innen aus Luftgefäßen *t* und Holzfasern *fl* besteht, in deren Mitte man ein großes punktirtes Gefäß *vp* erblickt; zweitens einen Büschel von Rindenfasern *fc* begränzt.



103.

auf diese Weise bei ihrer Entfernung von einander einen Raum zwischen sich lassen, der mit den Zellen der Strahlen ausgefüllt wird, deren Streifen sich nach diesen Zwischenräumen abformen, und auf diese Weise oft gegen die Mitte hin eine größere Dicke als oben und unten zeigen.

Gegen die Peripherie des Holzes hin und demnach an dem Theile, wo sie mit dem Rindensysteme in Beziehung kommen, zeigen die Strahlen oft die meiste Breite; da scheint auch ihre Lebensthätigkeit am stärksten zu sein. Sie scheint nach und nach gegen das Herz des Holzes hin zu erlöschen, an dessen Farbe ihre Zellen Theil nehmen und sogar merklich dazu beitragen; während sie in dem Splinte und vorzüglich an seinem Umfange mit Satzmehl oder flüssigen Säften nach der Jahreszeit angefüllt und oft von dem Chlorophyll grün gefärbt sind. Man darf also annehmen, daß sie inniger mit dem Rindensysteme als mit dem Marke verbunden sind, und es ist ganz natürlich, daß wir von ihnen zu der Untersuchung der Rinde übergehen.

Rinde.

§. 73. Wir wissen, daß sich im Anfang das Rindensystem von dem Holzsysteme nicht unterscheide, daß

103. Vertikalschnitt des nämlichen Zweiges, senkrecht auf die Markstrahlen. — *fl fl* Holzfasern, welche kleine gebogene Büschel bilden, welche auf diese Weise Räume zwischen sich lassen, durch welche die Markstrahlen *rm rm* hindurchgehen.

in jedem der kreisförmig um das Mark herum entwickelten Bündel eine dünne Linie von halbflüssigem Gewebe, das Cambium (Fig. 96 und 97, c) etwas später einen Bogen bilde, der diesen Bündel in zwei ungleiche Theile, den äußeren (fc), der zur Rinde gehört und der schmaler als der innere ist (fb), welcher zum Holze gehört, theile, daß der ganze Zellengürtel, welcher außerhalb der Bündel liegt, das Rindenparenchym bilde, in welchem man außer der Epidermis (ep) zwei sehr deutliche Modifikationen unterscheiden kann, die korkartige Hülle (p) und die Netzhaut (ec); daß endlich in dieser Hülle und mit Bündeln von Rindenfasern vermengt, gewöhnlich zahlreiche Saftgefäße circuliren. Die Rinde, so wie das Holzsystem hat also einen zellichten und einen aus Fasern und Gefäßen bestehenden Theil; hier findet aber der umgekehrte Fall, sowohl in der Lage als auch in dem relativen Verhältnisse der Theile Statt; denn das Parenchym, diese Art Rindenmark, nimmt seinen Umfang ein, und zeigt eine größere Entwicklung und mannigfaltigere Formen als die Bündel aus Fasern und Gefäßen, während wir dagegen an dem Holze gesehen haben, daß diese Bündel weit entwickelter und bei weitem nicht so einfach als das Mark sind.

In Folge dieser umgekehrten Lage der Theile wollen wir bei ihrer Untersuchung gleichfalls einen umgekehrten Weg einschlagen; wir werden zuerst den zellichten und äußeren Theil, der auch zuerst gebildet wird, betrachten und sodann die Gefäße und die Fasern, welche den inneren Theil einer jeden Schichte ausmachen. Denn wir wissen (§. 58), daß sich an unseren Bäumen jedes Jahr eine Rindenschichte mit einer Holzschichte bildet. Aus der umgekehrten Lage der ersten aber entspringt eine Wirkung, die leicht vorauszusehen war. Während die Holzgürtel unbeweglich bleiben und sich der neue auf einen älteren legt, den

er überzieht, werden die Rindengürtel unaufhörlich nach außen geschoben, um andern, jüngern und besonders den neuen Holzschichten, die sich in ihrem Innern bilden, Platz zu machen. Wenn sie einmal die ganze Entwicklung, deren sie fähig sind, erreicht haben, und keine unbestimmte Ausdehnung mehr annehmen können, so erleiden sie nothwendig mehr oder weniger bedeutende nachtheilige Veränderungen, welche überdies noch durch ihre Lage nach außen vergrößert werden; sie spalten sich nach verschiedenen Richtungen, sondern sich in Platten oder Streifen ab u. s. w. und dies geschieht nach der Zeitordnung ihrer Bildung, indem sich die ältesten und äußersten auch zuerst zu ihrem Nachtheile verändern.

§. 74. Die Epidermis, welche uns schon hinlänglich beschäftigte (§. 37), als daß wir uns hier lange mit derselben aufhalten sollten, ist derjenige Theil der Rinde, welcher durch die Ausspannung, die von dem progressiven Wachsthum des Stammes herrührt und durch die Wirkung äußerer Agentien auch zuerst verschwinden muß. Ihre Existenz ist wirklich ganz temporär, sie zerreißt, zerbröckelt, vertrocknet und geht endlich früher oder später zu Grunde.

§. 75. Unter ihr befanden sich andere Zellenschichten, welche nun ihren Platz einnehmen und den Stamm überziehen, und welche bisweilen selbst wieder verschwinden, um durch neue, unter ihnen liegende, Schichten ersetzt zu werden. Diese Zellenschichte, welche die Oberfläche der Rinde überzieht, wird von vielen Schriftstellern Epidermis genannt. Sie geben also diesem Worte eine andere Bedeutung, als wir ihm gegeben haben: Mohl schlägt vor, sie Peridermis zu nennen, ein Name, der ihre innere Lage in Beziehung auf die eigentliche Epidermis, und ihre peripherische Lage in Beziehung auf das Ganze der Rinde (δέρμα) recht gut bezeichnet. Diese Peridermis hat nicht immer den nämlichen Ursprung und

kann sich in verschiedenen Tiefen bilden. Dies werden wir besser einsehen, wenn wir die verschiedenen constituirenden Theile der Rinde von außen nach innen ausführlicher untersuchen.

§. 76. **I. Korkartige Schichte oder Decke.** — Sie hat diesen Namen daher erhalten, weil sie in einigen Bäumen die Substanz begründet, die gewöhnlich unter dem Namen Kork (suber) bekannt ist. Man hat sie auch wegen ihrer oberflächlichen Lage Epiphlöum (ἐπι, auf, φλοιος, Rinde) genannt. Man bemerkt sie (Fig. 97, 98, p) zuerst unter der Epidermis, wie sie eine oder mehrere Reihen kubischer, oft auch in horizontaler Richtung verlängerter Zellen bildet, die auf das Innigste mit einander verbunden sind, nie Körnchen im Innern enthalten, und dünne, anfangs farblose, später oft braun gefärbte Wände haben. Bald ist sie keiner Entwicklung fähig, bald vervielfältigen sich hingegen ihre Reihen, und ihre Dicke wird mehr oder weniger beträchtlich, namentlich in der Eichenart, die unter dem Namen der Korkeiche (quercus suber) bekannt ist (Fig. 101, p). Alle ihre Zellen zeigen nicht immer identisch die nämliche Gestalt und die nämliche Farbe; von Weite zu Weite findet man aber solche, die weit mehr zusammengedrückt oder tafelförmig sind und selbst wieder in Reihen liegen, durch welche das Ganze der Schichte gleichsam wieder in mehrere secundäre Schichten zertheilt wird. Diese Anordnuug sieht man nicht ganz deutlich in der Korkeiche oder dem gemeinen Ahorne, wo diese Schichten von tafelförmigen Zellen weit weniger deutlich gebildet und durchaus nicht so regelmäßig sind. Bei dem Gimnocladus canadensis sind die secundären, abwechslungsweise von breiten und schmalen, tafelförmigen Zellen gebildeten Schichten, fast von gleicher Dicke. Bei der gemeinen Birke (Betula alba) haben sich die Schich-

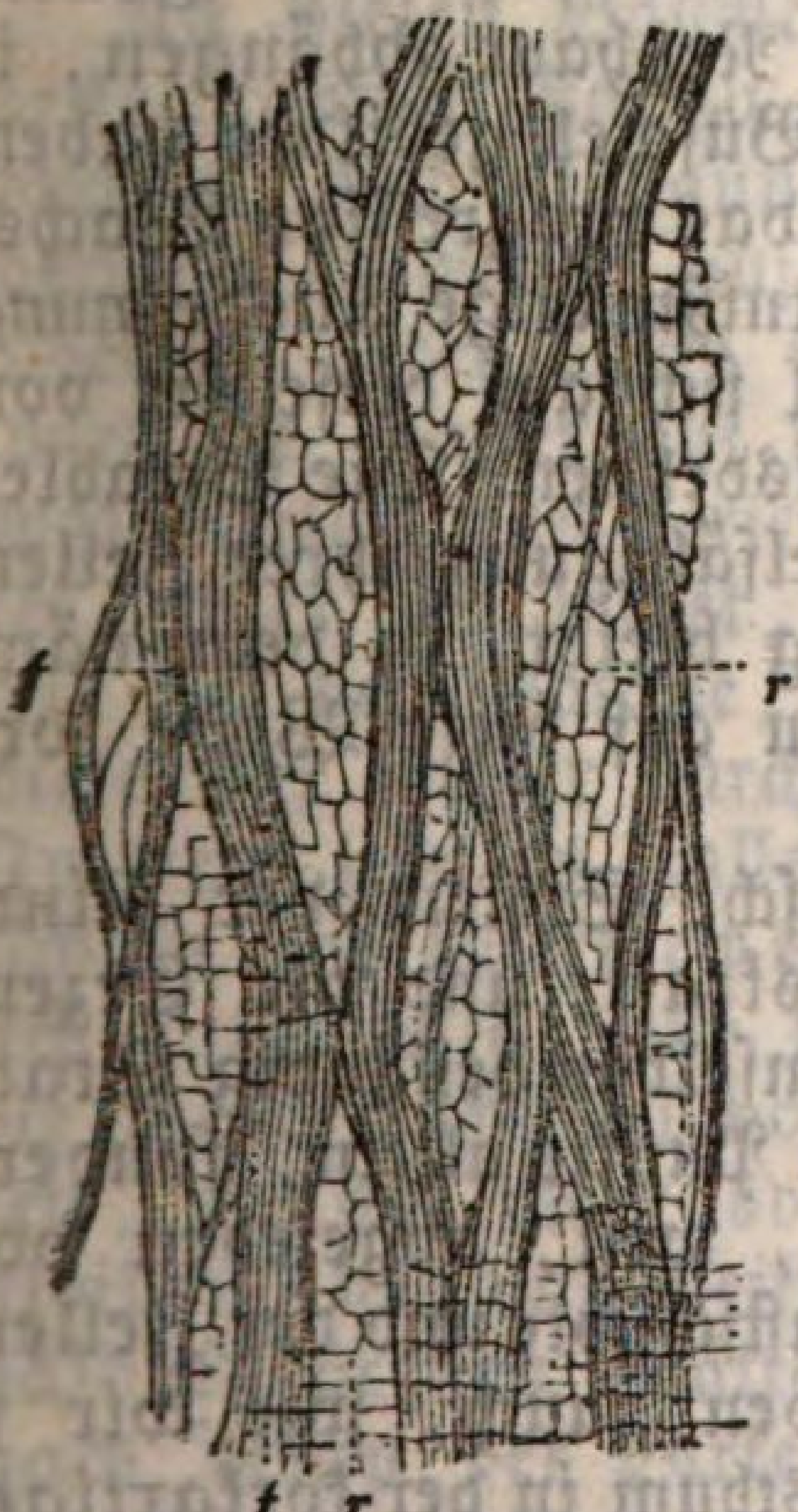
ten aus tafelförmigen und braun gefärbten Zellen weit mehr entwickelt als die andern, welche sehr weiß und sehr dünn sind, so daß sie durch das Wachsen des Stammes äußerst leicht zerreißen; daher kommen diese inwendig braune, an der Oberfläche weiße Blätter, welche sich von der Birkenrinde ablösen. Endlich entwickeln sich in der Buche (Fagus sylvatica) die tafelförmigen Zellen allein.

§. 77. **Netzhaut.** — Man nennt sie auch grüne Schichte, wegen ihrer gewöhnlichen Farbe; Mesophlöum, wegen ihrer Lage inmitten der Rindenschichte (μεσὸς, die Mitte, und φλοιος, die Rinde). Sie unterscheidet sich auch wirklich von der sie umgebenden korkartigen Schichte durch das Chlorophyll, durch welches ihre polyedrische Zellen, die mit dichteren und lockerer verbundenen Wänden versehen sind, und welche demnach zwischen denselben Gänge, oft auch Gruben lassen, ausgefüllt und grün gefärbt werden. Mitten unter den grünen Zellen findet man auch sehr oft farblose, welche Krystallisationen enthalten.

§. 78. **Rindenfasern oder Bast.** — Sie bilden Bündel, die den Holzbüscheln gegenüber liegen und von denselben oft durch einen dünnen Streifen der Netzhaut, immer aber später durch eine zum Cambium gehörige Zellenschichte getrennt werden. Diese glänzend weißen Fasern sind länger und schlanker als die Holzfasern. Ihre Wände werden im Alter durch die Bildung von Schichten in ihrem Inneren sehr dick und punktirt. Sie zeigen unter allen Fasern der Pflanze die meiste Zähigkeit, und leisten dadurch an vielen Pflanzen dem Menschen äußerst wichtige Dienste, indem sie ihm das Material zu seinen Seilen, Fäden und dichtesten Geweben liefern, während die Zähigkeit der Fasern es möglich macht, ihnen oft ihre ganze Feinheit zu lassen. Als Beispiele dürfen wir nur unter andern den Hanf und den Flachs anführen. Die Zubereitungsweise des ersteren ist schon hinreichend,

darzuthun, daß die Rindenfaser einen weit größeren Widerstand als alle anderen Elemente der Pflanze äußere; man läßt sie zuerst rösten, d. h. in Wasser einweichen, und klopft sie sodann; in Folge dieses gedoppelten Verfahrens, wodurch hinter einander alle anderen Theile weggeschafft werden, erhält man die Fasern unversehrt.

Markstrahlen, welche gewöhnlich die Strahlen des Holzsystemes fortsetzen, aber breiter bleiben und natürlicherweise aus nicht so gedrängten und nicht so einfachen Zellen bestehen, trennen die Rindenbüschel, deren Ganzes einen mit dem Holzgürtel concentrisch laufenden Gürtel bildet. Wie in dem Holze bewegen sich die Büschel bald in einer geradlinigten Richtung, z. B. in der Rebe, in der Roßkastanie, und alsdann legen sich ihre Strahlen, welche ebenfalls gerade Streifen bilden, beständig zwischen zwei, von einem Ende des Stammes bis zum andern an einander gränzende Büschel; bald ist ihr Gang gebogen, wie bei der Ulme, Linde, Eiche; sie berühren in diesem Falle, indem sie sich ihren Nachbarn rechts und links abwechslungsweise nähern, dieselben und vermischen sich mit ihnen, um sich weiter unten aufs Neue von einander zu trennen; sie unterbrechen auf diese Weise die Markstrahlen, welche nur kurze Platten bilden, und erzeugen durch ihre häufigen Anastomosen ein Netz, dessen Maschen diese Strahlen ausfüllen



104.

104 Netz von dem Baste des Seidelbastes (Daphne laureola). — f Faserbüschel. — r Markstrahlen.

(Fig. 104). Jede Schichte dieser Rindenfasern stellt eine Art sehr lockeren Gewebes vor. Wenn diese Fasern sich in regelmäßigen Reihen gebildet haben, so hat man das Ganze der mehrjährigen Schichten, wovon sich jede wieder in mehrere andere dünnere eintheilen läßt, mit einem Buche verglichen, dessen mannigfaltige Schichten die Blätter bilden, daher auch der lateinische Name liber (Buch, Bast), womit man gewöhnlich die Rindenfasern bezeichnet. Einige Schriftsteller haben ihnen auch den Namen Endophlöum (ἐνδόν, inwendig; φλοιος, Rinde) gegeben, weil sie der innerste Theil der Rinde sind.

Die im Verlaufe von mehreren Jahren hervorgebrachten Blätter werden, wie auch bisweilen die Jahresschichten des Holzes, unter sich von Zellengürteln getrennt, die von der Netzhaut abhängen, in deren Dicke sich die faserigen Büschel gebildet haben.

Natürlicherweise bestimmt das progressive Wachsthum des Stammes die verhältnißmäßige Ausdehnung der Bastblätter, deren Büschel sich auf diese Art von einander entfernen und sich ausdehnen. Die Strahlen erweitern sich durch die Vervielfältigung ihrer Zellen, so lange das Gewebe lebendig bleibt, in dem nämlichen Verhältnisse, und fahren auf diese Weise fort, sie anzufüllen.

§. 79. Das parenchymatische System der Rinde behält eine sehr thätige Lebenskraft, und die Erzeugung neuer Zellen findet in demselben beständig Statt, und zwar nicht bloß an einem Punkte allein, sondern an mehreren Punkten zugleich, weil, abgesehen von der jährlichen Bildung einer Bastschichte und der Zellen, welche sie unmittelbar umgeben, auch, wie wir so eben gesehen haben, ein Wachsthum in der korkartigen Hülle sowohl durch die Vervielfältigung ihrer weiten, als auch durch die der tafelförmigen Zellen stattfinden kann, und alle diese Entwicklungen scheinen unabhängig von einander vor sich zu gehen.

Aus der Art und Weise, welche diese verschiedene Entwicklungen in Beziehung auf einander befolgen, geht die gewöhnliche Entwicklung der Rinde und die Natur der Peridermis hervor. Wir haben bereits den Fall untersucht (§. 76), wo in der korkartigen Hülle das Wachsthum mit der größten Thätigkeit vor sich geht. Alsdann wird das Wachsthum des Bastes und der Netzhaut regelmäßig, obschon in schwachen Verhältnissen, fortgesetzt, und es dauert in der Rinde fort, deren Peridermis aus der Schichte der tafelförmigen Zellen der Korkhülle gebildet wird, sei es nun, daß sich diese Hülle allein entwickelt, oder daß sie, unter der Anhäufung eines bald absterbenden Korkes gebildet, diesen zurücktreibt, und denselben in großen Platten abstößt.

An vielen Bäumen aber verschwindet die Korkdecke, anstatt sich zu entwickeln, bald mit der Epidermis, und alsdann geht die Erzeugung der Peridermis entweder auf der Oberfläche der Netzhaut oder in ihrer Dicke vor sich. In dem ersten Falle wird die vorher auf der Netzhaut gebildete Peridermis endlich von derjenigen fortgestoßen, die sich später unter ihr bildet, und sie schält sich in Platten, wie bei der Platane, ab, deren glatte Oberfläche auf diese Art immer durch neue Schichten gebildet wird. In dem zweiten Falle stößt die Peridermis die zellichten und faserigen Schichten ab, in deren Tiefe sie sich entwickelte, und die sich nun bald in Schuppen, die mehrere Gürtel von Parenchym und Bast enthalten, welche mehr oder weniger lang bei einander bleiben, wie zum Beispiele in der Eiche und der Linde, bald in breiten Blättern ablösen, die dem Aussehen nach denen der Birke ähnlich, ihrem Gewebe aber und ihrem Ursprunge nach von derselben verschieden sind, weil sie, wie an dem Wachholder und vielen Proteaceen, statt der korkartigen Schichte den Bast und die Netzhaut enthalten. In der Rebe und dem

Geisblatte stößt jedes Jahr die Bastschichte bei ihrer Entwicklung die des vorhergehenden Jahres ab und bildet auf diese Weise die dünne Rinde ihrer Stengel. Es gibt endlich auch noch eine, wie die des Lärchenbaums und der gemeinen Fichte, wo die Netzhaut sich sehr stark entwickelt, und auf diese Weise einen unächten Kork bildet, der später schuppenweise abfällt.

Um uns kurz zu fassen, so findet eine unaufhörliche Zerstörung der äußeren Theile der Rinde zu gleicher Zeit mit einer ununterbrochenen Zellenerzeugung in ihrem Parenchym Statt, und je nachdem diese Erzeugung in der Dicke der Korkhülle, an der Oberfläche oder in der Dicke der Netzhaut stattfindet, je nachdem die nach außen geworfenen und endlich abgelösten Theile eine mehr oder minder große Menge von den die Rinde constituirenden Theilen enthalten, wird der oberflächliche Theil oder die Peridermis von einer mehr oder minder tiefliegenden Schichte derjenigen Theile gebildet, welche anfänglich das Rindensystem begründen.

§. 80. Wir haben die Saftgefäße, welche in dem innersten Theile der Rinde in Menge vorkommen, mit Stillschweigen übergangen. Man kann sich leicht von ihrem Dasein überzeugen, wenn man den Querschnitt eines frischen Zweiges untersucht; man sieht aus ihren Mündungen den gewöhnlich gefärbten Saft, den sie mit sich führen, heraussickern. Da sie in den jungen und lebensvollen Theilen ihre Verrichtungen ausüben, so sterben sie frühe ab, und werden mit den Schichten, durch welche sie circuliren, nach außen getrieben.

§. 81. Eine Folge aus dem Vorhergehenden ist die große Thätigkeit, welche das ganze Zellensystem der Rinde in Vergleichung mit dem Holzsysteme behält, das nach den ersten Zeiten der Stammbildung zu wachsen und sogar zu leben aufhört. Also mehr

an das erstere, als an das zweite, reihen sich die Markstrahlen an, welche überdies gegen die Rinde hin das Maximum ihrer Zahl und ihrer Breite erreichen. Ihr erster Ursprung scheint übrigens in der Cambiumsschichte zu liegen.

§. 82. **Lenticellen, Linsenkörper, Rindenhöckerchen, Fleckchen.** — Auf der Oberfläche vieler jungen Rinden bemerkt man kleine Flecken von mannigfaltiger Gestalt, die gewöhnlich nach der Achse des Stammes hin verlängert sind; man findet bei einer mit einem feinen Takte verbundenen, aufmerksamen Untersuchung, daß sie auf denselben kleine Höckerchen bilden. Man hat sie zuerst linsenförmige Drüsen, und erst später, nachdem man eingesehen hatte, daß ihre Natur durchaus nichts Drüsenartiges an sich hatte, Lenticellen genannt. Sie wachsen zu gleicher Zeit mit dem Stamme, aber mehr höckerförmig, als in die Länge, so daß sie sich wölben und sich immer mehr erweitern. Bei der Untersuchung mit einem Mikroskope findet man eine zellige Anhäufung, und bei dem Forschen nach ihrem Ursprunge sieht man, daß es ein kleiner Auswuchs der Netzhaut ist, welche die sie bedeckenden Theile nach außen treibt, aufsprengt und auf diese Weise endlich gewissermaßen einen Bruch nach außen erzeugt. Die Korkdecke, durch welche sie hindurchgeht, folgt ihr etwas nach und bildet ihren Umfang. Die Rinde kann auf diese Art durch die zahlreichen Lenticellen, womit ihre Oberfläche besäet ist, ihre innersten Schichten mit der äußeren Luft in Berührung bringen, nachdem die Spaltöffnungen durch das Verschwinden der Epidermis ihre Verrichtungen eingestellt haben.

Decandolle wies ihnen eine andere Bestimmung an. Man weiß, daß, wenn man einen Zweig in das Wasser oder in die feuchte Erde legt, er gewöhnlich zu leben fortfährt, und daß sich aus seiner Oberfläche eine Menge von Wurzeln entwickelt, die man Adventiv-

wurzeln nennt, und welche endlich diejenige ersetzen, die diesem Zweige, der Steckreiß heißt, abgehen. Da Decandolle bemerkt hatte, daß diese Adventivwurzeln oft aus dem Mittelpunkte der Zellen hervorkommen, so meinte er, daß sie zu dieser Erzeugung vorausbestimmt wären, und daß sie gleichsam in Beziehung auf diese Wurzeln die nämliche Rolle spielen, wie die Knospen in Beziehung auf die Zweige. Man hat aber bemerkt, daß die Wurzeln auch aus vielen andern Punkten hervorkommen, wo keine Lenticellen sind, und hat natürlicher Weise ihr gewöhnlicheres Vorkommen aus dem Mittelpunkte von diesen Lenticellen durch die Anhäufung von Zellen erklärt, woraus sie besteht, und welche die Erzeugung neuer Theile begünstigen muß.

Regelwidrige Stämme dikotyledonischer Pflanzen.

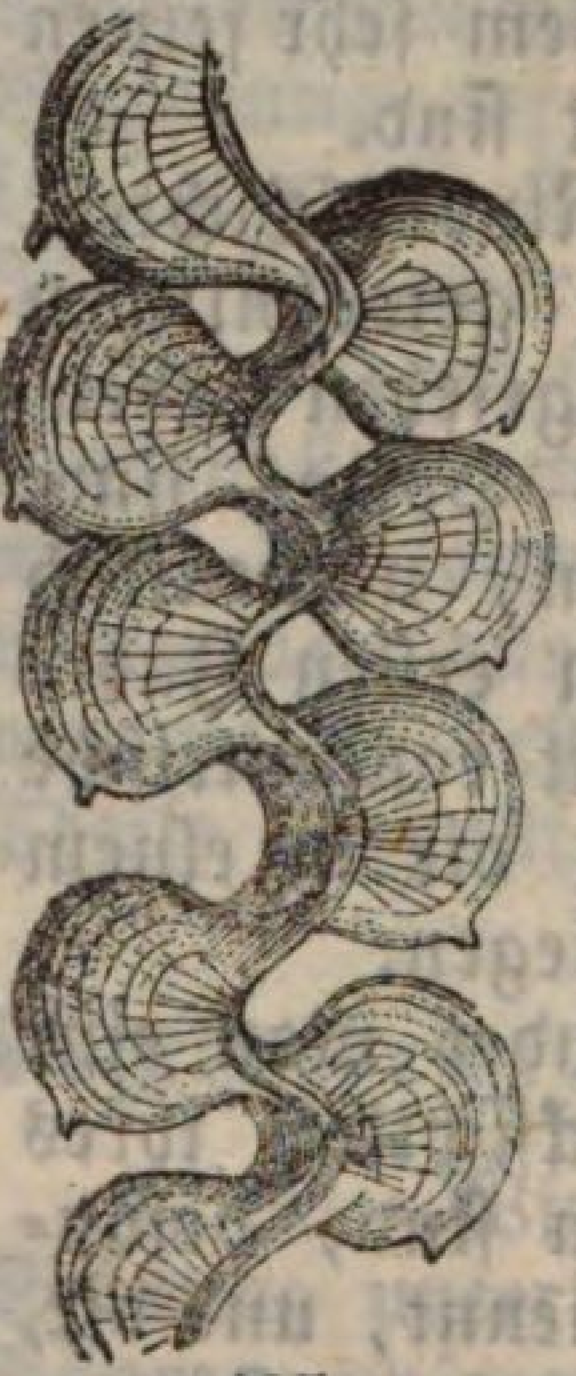
§. 83. Wir haben bisher die dicotyledonischen Stämme untersucht, so wie sie gewöhnlich an den Bäumen unserer Klimate vorkommen. Wir haben aber bereits auf einige Ausnahmen von der Regel aufmerksam gemacht: nämlich auf die Bildung mehrerer Holzschichten in einem und demselben Jahre (§. 70), oder einer einzigen, in die Augen fallenden, die aber aus der Verschmelzung von mehreren entstand, welche in einer Reihe von Jahren erzeugt wurden (§. 71). Dieser letztere Fall ist nicht sehr selten; die Markstrahlen sind alsdann in den meisten Fällen vorhanden, und können durch ihren mehr oder weniger entfernten Ursprung vom Marke im Mittelpunkte noch dazu beitragen, mehrere concentrische Bildungen zu erkennen. Die Strahlen selbst aber können verschwinden, und die ganze Masse des Holzes kann ein gleichartiges Aussehen annehmen, das über sein Alter und seine Bildungsweise durchaus keinen Aufschluß zu geben vermag. Dies sieht man zum Beispiele an der Pisonia

aculeata, an welcher ein Stengel von 12 Decimetern im Durchmesser durchaus keinen wahrnehmbaren Unterschied zwischen Mark und Rinde erkennen läßt, man mag ihn auch untersuchen, wo man nur will; er besteht ganz aus sehr großen und beinahe gleichen Gefäßen, die ziemlich regelmäßig in einem sehr feinen zelligen oder faserigen Gefäße vertheilt sind.

§. 84. Ein anderesmal sind es Rindenschichten, deren Entwicklung sich nicht nach den gewöhnlichen Regeln richtet, die überdies, wie wir gesehen haben, weit mannigfaltiger als bei der des Holzes sind. So hört z. B. bei mehreren Stämmen, namentlich bei der Osterluzei, der Bast nach dem ersten Jahre auf zu wachsen und reduzirt sich, anstatt concentrische Gürtel zu bilden, auf kleine Büschel, die in einem einzigen Ringe um das Holz herum liegen.

§. 85. Unter den Wendekreisen findet man eine größere Menge von Pflanzen, die rücksichtlich ihres Stammes von den unsrigen verschieden sind, besonders unter denen, welche man Lianen nennt, und die, anstatt sich selbst zu tragen, sich auf andere stützen, dieselbe umschlingen und so bis zu ihrem Gipfel hinanklettern, um wieder herabzufallen, so wie ihnen eine Stütze fehlt; unsere Wein- und Waldreben können einen Begriff davon abgeben. Einige sind cylindrisch, wie die Aeste unserer Bäume; aber viele von ihnen platten sich nach der einen oder der andern Richtung ab und nehmen auf diese Weise mehr oder weniger sonderbare Gestalten an. Man möchte geneigt sein, zu glauben, daß diese Abplattung von dem mechanischen Hindernisse herrühre, das ihre Vegetation durch ihre Berührung mit dem Baume erleidet, den sie umschlingen; und dies mag wohl wahr sein, wenn sie bloß auf der Berührungsfläche abgeplattet und auf der andern gewölbt sind, und in den Räumen, wo sie frei herabhängen, eine Entwicklung zeigen, die in ihrem ganzen Umfange fast gleich bleibt. Bei vielen Lianen

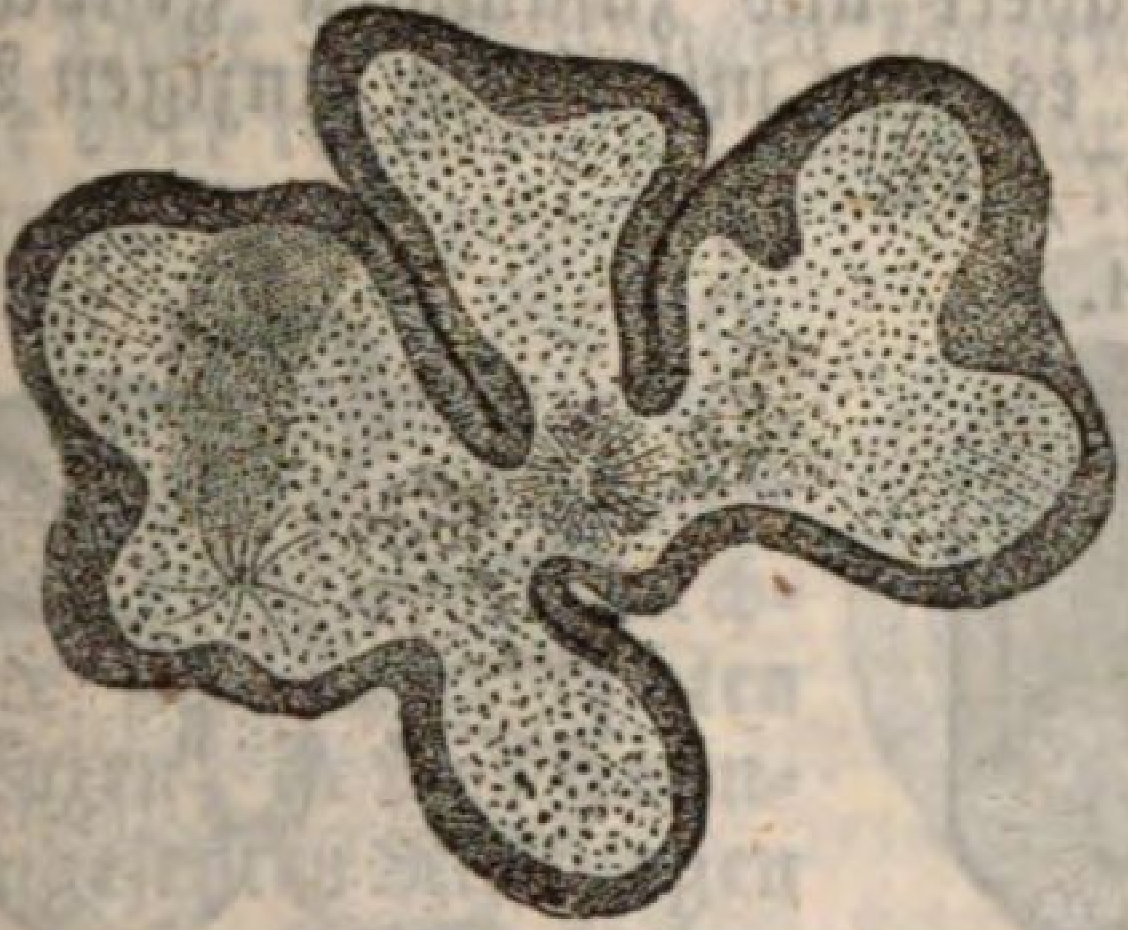
aber bleibt die Gestalt dieselbe, sie mögen an einen andern Körper angedrückt oder frei sein, und man macht nothwendigerweise daraus den Schluß, daß diese Unregelmäßigkeit in der Gestalt in ihrer Natur selbst liege. Bei diesen zusammengedrückten Stämmen


105.

entwickelt sich der holzichte Körper bloß in zwei einander geradezu entgegengesetzten Richtungen, wo die Dicke beträchtlich bleibt, während sie sehr schwach oder beinahe Null in allen anderen Richtungen ist. Man findet davon merkwürdige Beispiele unter den Lianen aus einer Gattung der Familie der Hülsetragenden, der Bauhinie, und bei gewissen Arten, z. B. bei der Bauhinia scandens, sind die Stämme nicht bloß platt, sondern sie zeigen sogar durch ihre abwechselnde Biegung nach der einen, sodann nach der andern Richtung eine ungewöhnliche und merkwürdige Zickzackbildung (Fig. 105).

§. 86. Die unregelmäßige Gestalt vieler Lianen hat in den meisten Fällen eine ähnliche Ursache, nämlich: die ungleiche Entwicklung des holzichten Körpers, der, anstatt in seinem ganzen Umfange beinahe gleichförmig zu wachsen und auf diese Weise einen Cylinder oder Konus zu bilden, fortfährt, sich nach gewissen Richtungen hin bedeutend, nach gewissen andern hin fast gar nicht zu verdicken, so daß er ganz die cylindrische Form verliert oder daß er die Gestalt einer mehr oder weniger tief, mehr oder weniger regelmäßig ausgekehlten Säule annimmt. Bald folgt die Rinde, durch Ueberziehung derselben, allen Umrissen des holzichten Körpers, deren Gestalt sich äußerlich durch die des Stammes zu erkennen gibt (Fig. 106), bald

105. Bruchstück von dem Stamme der Bauhinia scandens, weit feiner, als in der Natur.



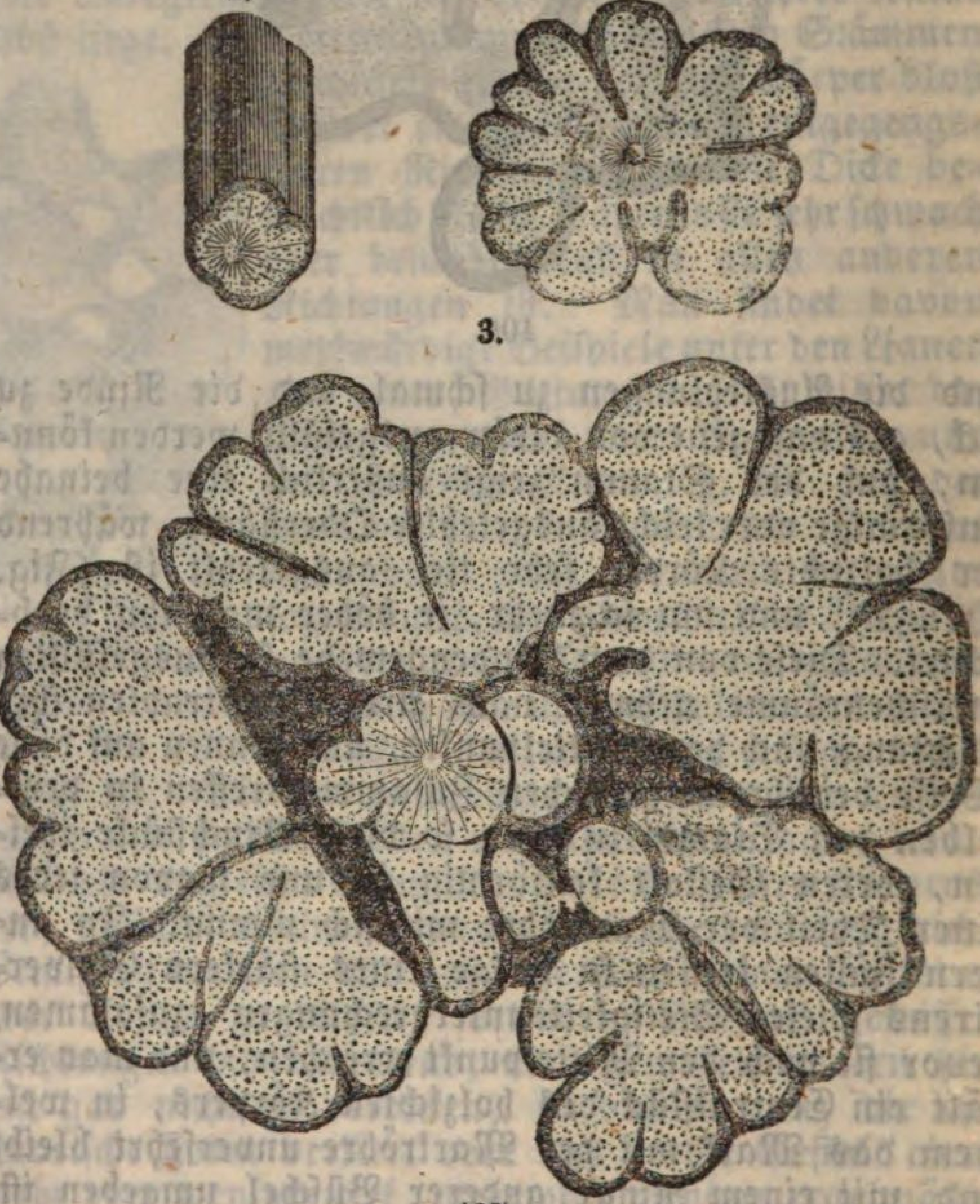
106.

sind die Auskehlungen zu schmal und die Rinde zu dick, als daß jene von dieser ausgefüllt werden könnten, und der Stamm zeigt äußerlich eine beinahe einförmige oder leicht ausgekehlte Oberfläche, während der holzichte Körper sehr tief ausgekehlt ist (Fig. 107, 2), und um so mehr, je höher man ihn beobachtet. Diese von dem Rindengewebe so ausgefüllten Zwischenräume nehmen nach Art der Strahlen ihre Richtung nach dem Mittelpunkte, und können auf diese Weise bei ihrem endlichen Zusammentreffen in demselben den Stamm in eben so viele Bruchstücke theilen, deren Gestalt keilförmig ist und wovon jedes einen Theil der Markröhre mit sich nimmt. In andern Fällen treffen in Folge eines stärkern Convergirens diese Stetigkeitsunterbrechungen zusammen, bevor sie noch den Mittelpunkt erreichen, und man erhält ein Centralstück des holzichten Körpers, in welchem das Mark mit der Markröhre unversehrt bleibt und mit einem Ringe anderer Büschel umgeben ist, die desselben beraubt sind. Gewöhnlich folgt die Rinde allen diesen Zertheilungen des Holzes und überzieht sie, und es sieht daher aus, als ob mehrere Aeste

106. Horizontaler Schnitt des Stammes einer brasilianischen Malpighiaceenart (Heteropterys anomala). — In dieser und den folgenden Figuren zeigen die Punkte, womit das Holz übersäet ist, die Mündungen der großen punktirten Gefäße an.

einander genähert und zusammen geflochten wären, obgleich man es nur mit einem einzigen Aste zu thun hat (Fig. 107, 3).

1. 2. 3.



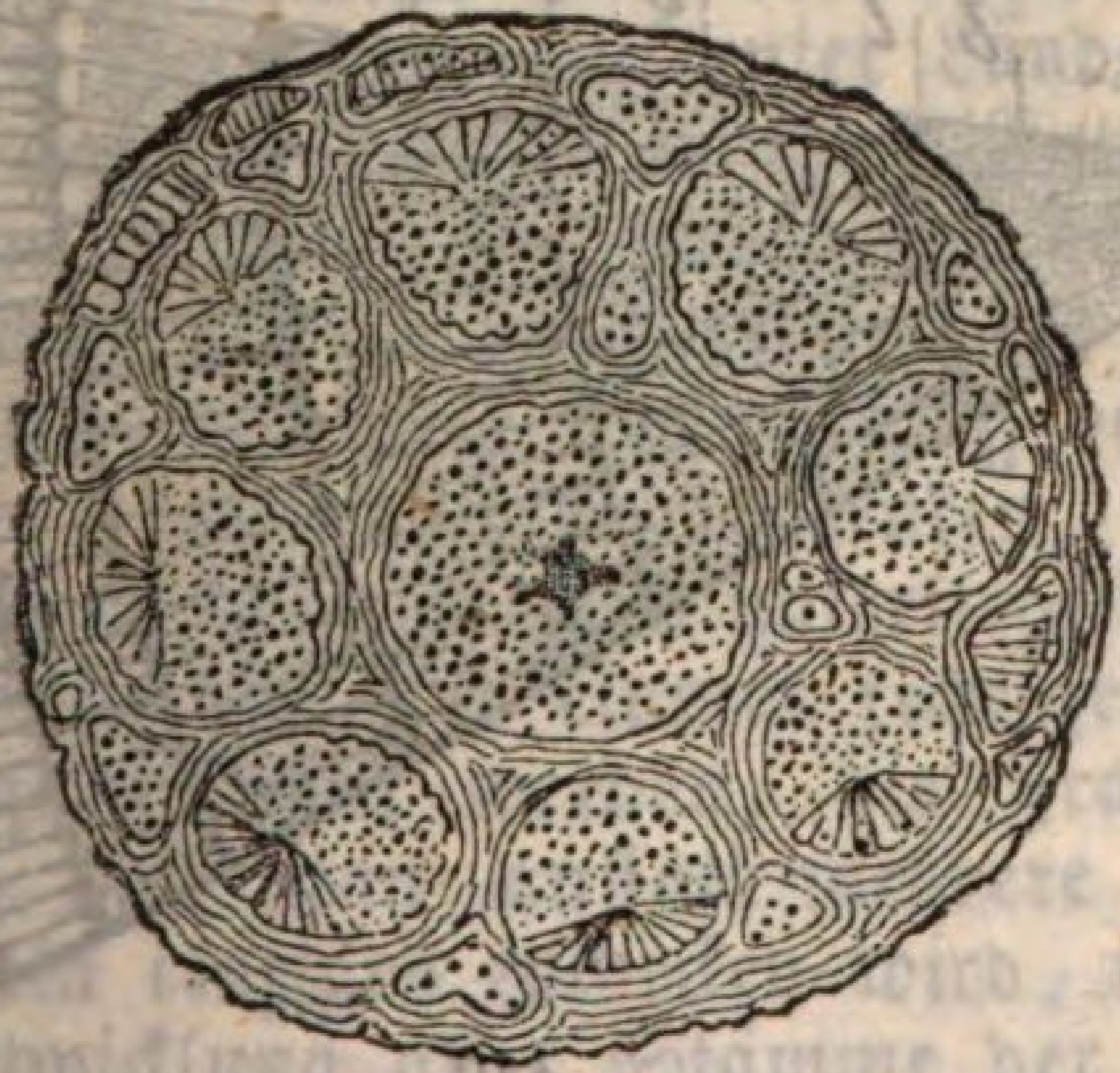
107.

107. Horizontalschnitte einer andern brasilianischen Malpighiaceenart (Banisteria nigrescens) in verschiedenen Altern. — 1. Wenn ihr Umriß erst vier oberflächliche Lappen zeigt. — 2. Wenn er sechs weit tiefere zeigt, wovon mehrere schon anfangen, sich selbst zu theilen. — 3. Wenn sie vollständig getrennt sind und das Aussehen von eben so vielen abgesonderten und bloß neben einander liegenden Aesten haben. Man sieht, daß der in der Mitte allein ein Mark und eine Markröhre hat.

§. 87. Diese Zertheilungen können auf eine unregelmäßige oder regelmäßige Weise vor sich gehen und in dem letzteren Falle zeigen sie bisweilen sehr zierliche Figuren, wie z. B. an vielen Bignoniaceen, wo der holzichte Körper bei seinem Streben, sich nach zwei Durchmessern, die sich unter rechten Winkeln kreuzen, in vier einander entgegengesetzten Richtungen zu entwickeln, eine Art Malteserkreuz abbildet (Fig. 108).

108.

§. 88. Es kann sich ereignen, daß sich die Holzbüschel, anstatt sich nach und nach von der im Mittelpunkte befindlichen Holzmasse loszumachen, schnell von derselben absondern und als eben so viele Aeste figuriren, die sich parallel mit dem Stamme erheben, aber in der Dicke der Rinde verborgen liegen. Dies beobachtet man an vielen Sapindaceen (Fig. 109),


109.

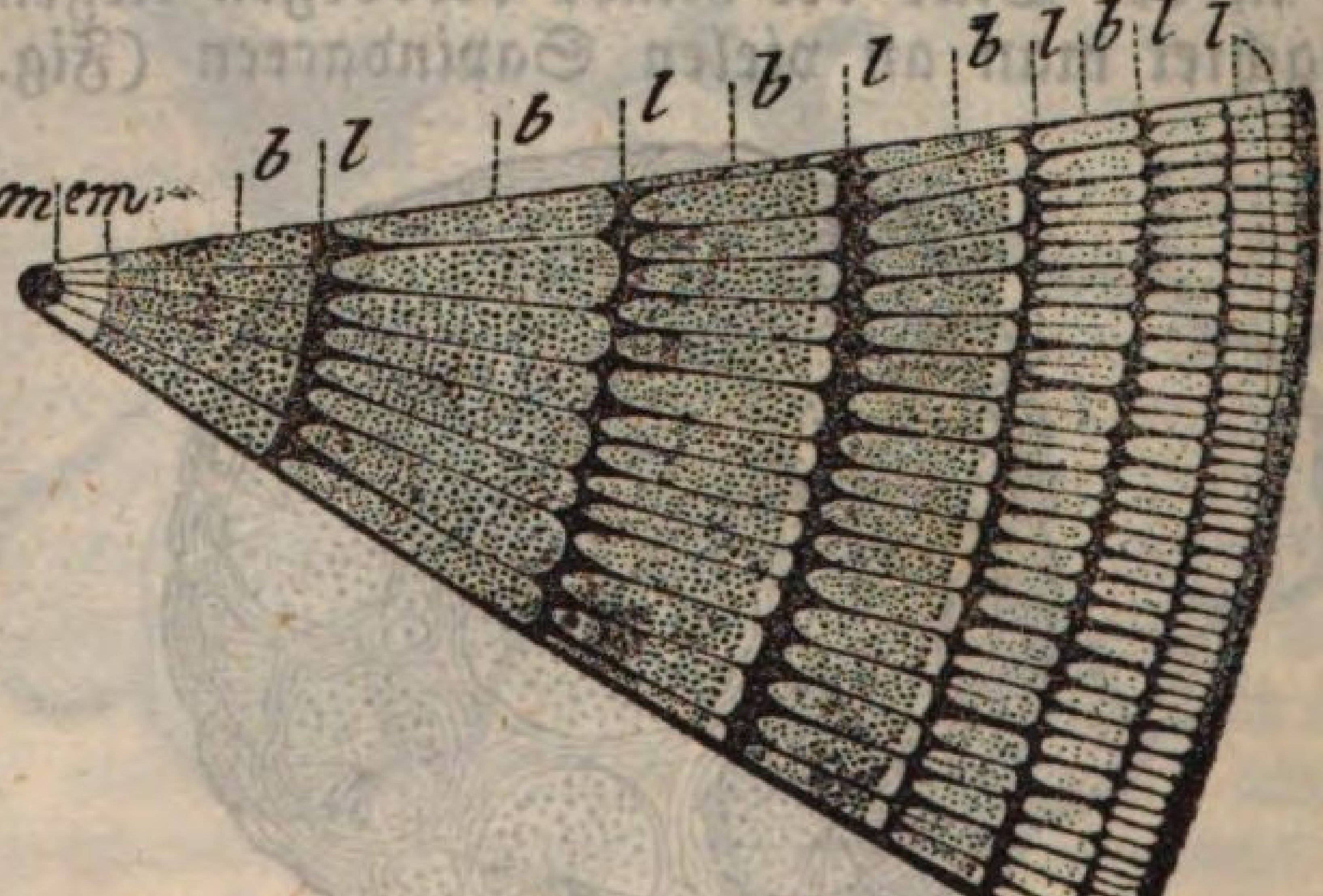
hiebei muß man bemerken, daß jeder dieser holzichten

108. Horizontalschnitt von dem Stamme einer Bignonienart (Bignonia capreolata).

109. Horizontalschnitt von einem brasilianischen Sapindaceerstamme.

Körper, die um einen im Mittelpunkte befindlichen holzichten Körper kreisförmig herumliegen, selbst wieder einen Mittelpunkt hat, den einige entrollbare Luftgefäße durchlaufen und der demnach eine Zerstückelung der Markröhre sein muß.

§. 89. Die Büschel, welche auf diese Weise um einen im Mittelpunkte befindlichen Cylinder gereiht sind, wovon sie durch eine sie auf allen Seiten umgebende Rindenschichte getrennt werden, können von einander abgesondert sein oder sich gegenseitig nähern und zwar in einem solchen Grade, daß sie sich endlich berühren und auf diese Weise einen mit dem ersten concentrisch laufenden Ring bilden; es lösen sich sodann neue Büschel um den zweiten herum ab, nähern sich und bilden von ihrer Seite einen dritten Ring und so fort. Wir bekommen so mehrere concentrische Gürtel, welche aber durchaus nicht mit



110.

110. Abschnitt eines horizontalen Schnittes vom Gnetum. — *m* Mark. — *em* Markröhre. — *bbbbbbb* Holzbüschel, welche sieben concentrische Gürtel bilden, wovon jeder das Produkt mehrerer Jahre ist. — *llllll* Kleine Bastfaserbüschel, welche nach außen jedem der vorhergehenden Büschel entsprechen und auf diese Weise Ringe bilden, die in gleicher Zahl zwischen den Holzgürteln liegen.

denen der gewöhnlichen Stämme dikotyledonischer Pflanzen verglichen werden dürfen; denn gewöhnlich sind sie nicht das Erzeugniß des Jahres und durch eine Schichte von Rindengewebe von einander getrennt. Diese Abwechslungen von Holz- und Rindenschichten erscheinen unregelmäßig in vielen kletternden, windenartigen Pflanzen, in den Mondsamengewächsen, in einigen Cissus (Wasserliane, Jägerliane) und vorzüglich in dem Gnetum. In allen diesen letzteren wird jeder Holzgürtel durch Markstrahlen in eben so viele Büschel zerschnitten, und jedem dieser Büschel entspricht ein Bastfaserbüschel in dem ihn umgebenden Rindengürtel. Zu bemerken ist, daß man diesen Bast in allen concentrischen Gürteln des Gnetum (Fig. 110) antrifft, hingegen bloß in dem innersten der Mondsamengewächse, wo alle übrigen ganz zellicht sind.

§. 90. Es wäre zu lang, wenn man alle Modifikationen dieser unregelmäßigen und überdies noch unvollständig bekannten Stämme beschreiben wollte, weil sie, als Bewohner entfernter Länder, nicht wie die Bäume unseres Landes in ihrer Entwicklung verfolgt werden konnten. Wir haben uns damit begnügt, die hauptsächlichsten zu schildern und die Aufmerksamkeit vorzüglich auf diese Verwicklung der Holzschichten und der Rindenschichten zu lenken, die man an denselben häufig bemerkt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Thatsachen, die einmal richtiger und in größerer Menge erkannt werden, die Frage aufhellen werden und daß man anstatt mehrere neue Gesetze zu suchen, ein einziges entdecken wird, nach welchem sich die Entwicklung aller Stämme der dikotyledonischen Pflanzen richtet, wovon die unserer Bäume selbst nur noch ein sehr gewöhnlicher Fall sein wird. Wahrscheinlich übt die Stellung der Blätter und der Aeste, welche immer unmittelbar über ihnen entstehen und welche von ihrer Seite die Erzeugung einer größere

Menge von Holzgewebe mit sich führt, einen großen Einfluß auf diese Gelapptheit und diese Zertheilung des Holzkörpers, besonders bei den Lianen aus, deren Wachsthum außerordentlich schnell vor sich geht und deren Blätter oft in sehr großen Zwischenräumen von einander abstehen. Bei unsern Bäumen muß das Wachsthum des Stammes durch seine Langsamkeit selber, vorzüglich aber dadurch, daß sich die Blätter und folglich auch die Aeste näher stehen, weit gleichförmiger auf seinen ganzen Umfang vertheilt sein. Bei den krautartigen Pflanzen, welche schnell treiben und bei denen die Blätter oft sehr entfernt von einander stehen, finden wir auch häufige Unregelmäßigkeiten in der äußeren Gestalt und in dem inneren Baue, die bisweilen mit mehreren von denen verglichen werden könnten, von denen wir vorher gesprochen haben.

Stamm bei den monokotyledonischen Pflanzen.

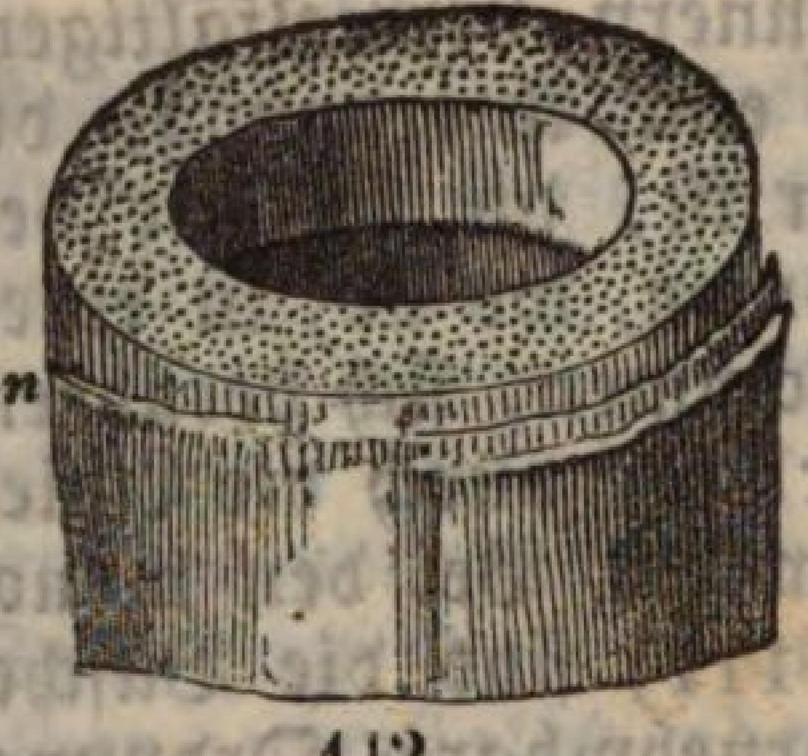
§. 91. Wir haben den monokotyledonischen wie den dikotyledonischen Embryo in den ersten Phasen seines Lebens von seinem ersten Erscheinen an verfolgt (Fig. 74, 76, 79). Er besteht, wie dieser, ganz aus Zellgewebe, (wobei eine äußere Schichte von einer übrigens in etwas verschiedenen Gestalt die Epidermis bildet) bis zur Zeit der Reife oder im Allgemeinen bis zum Keimen. Erst alsdann sieht man an demselben Fasern und Gefäße erscheinen, die sich zu Bündeln gruppiren. Diese sind anfänglich kreisförmig geordnet, und bis dahin unterscheidet durchaus nichts auf eine deutliche Weise diesen kleinen Stamm von demjenigen, der aus einem dikotyledonischen Embryo entsteht.

So wie er sich aber dadurch vergrößert, daß er sich mit zahlreicheren Blättern bedeckt und sich dem-

nach die Büschel in seinem Innern vervielfältigen, so bemerkt man an denselben eine Anordnung, die ganz von derjenigen verschieden ist, die sie bei den dikotyledonischen Pflanzen annehmen, wo sie, in einen Kreis gestellt, einander näher kommen, sich berühren, und einen Holzring bilden, der bloß durch die Linien der Markstrahlen durchschnitten wird. Bei den monokotyledonischen Pflanzen (Fig. 111) sind die Büschel ohne wahrnehmbare Ordnung, die einen mehr nach innen, die andern, welche auch zahlreicher sind, mehr nach außen, mitten in dem Zellgewebe zerstreut. Dieses zwischen ihnen liegende Gewebe macht also in ihrem Zwischenraume keine gerade Linien, die sich vom Mittelpunkte bis zur Peripherie hin erstrecken; es bildet keine Markstrahlen. Der Mittelpunkt, welcher ganz zellig geblieben ist, oder durch den nur eine kleine Anzahl von Bündeln geht, stellt zwar wohl das Mark bis auf einen gewissen Punkt vor, es ist aber schlecht umgränzt und hat durchaus nicht jene Markröhre, welche, wie wir bei den Dikotyledonen gesehen haben, das Dasein der Luftgefäße kenntlich macht. Das Mark bildet einen ziemlich beträchtlichen und regelmäßigen Cylinder, der bei mehreren monokotyledonischen Pflanzen, besonders bei den Grasarten, wie man an dem Mais, an dem Arundo sehen kann, durchaus keine Holzbüschel hat. Es hilft aber alsdann nicht zu der raschen Entwicklung des Stammes, dessen Mittelpunkt es anfänglich ausfüllte und welcher

111.

111. Fragment eines Spargelstengels, dessen oberes Ende horizontal geschnitten ist. In dieser und allen folgenden Figuren zeigen die auf dem Schnitte angegebenen Punkte die Holzfasern an. — *f* ein in einem schuppenförmigen Zustande befindliches Blatt.



112.

später durch die Zerstörung des Markes röhrig wird (Fig. 112). Die Ueberreste des Markes erblickt man an den inneren Wänden der Röhre, deren Gestalt der Stengel angenommen hat; dies ereignet sich übrigens gleichfalls bei den dikotyledonischen Pflanzen mit sehr voluminösem Marke und von sehr rascher Entwicklung, z. B. bei den Doldengewächsen.

§. 92. Wenn wir in Beziehung auf den anatomischen Bau einen aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündel von dem Stamme einer monokotyledonischen Pflanze mit dem vergleichen, wie wir ihn an einem, noch nicht ganz ein Jahr alten dikotyledonischen Stamme oder Aste beschrieben haben, so werden wir beide sehr ähnlich finden. Der erstere zeigt wirklich (Fig. 113) von innen nach außen erstens Luftgefäße (t), sodann größere gestreifte oder punktirte Gefäße (vp); beide sind von punktirten (u), bisweilen faserförmig verlängerten Zellen begleitet und umgeben; zwei-

113.

112. Fragment eines Schilfrohrstengels (Arundo phragmites), der ein wenig über einem Knoten abgeschnitten ist. Er ist durch das Verschwinden des centralen Markparenchyms, das man noch wagerecht mit dem Knoten *n* bemerkt, röhrig geworden.

113. Horizontaler Schnitt eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündels von einem Palmbaume (Corypha frigida). — *t* Luftgefäße. — *vp* große, punktirte Gefäße — *u* Zellen nebst den das Parenchym bildenden Gefäßen, oder in andern zu Fasern verlängerten Punkten. — *l* Saftgefäße. — *f* dicke, bastähnliche Fasern.

tens einen Haufen von Saftgefäßen (l) und Fasern mit einfachen, sehr dünnen Wänden, die von einem Halbmonde anderer, ganz nach außen liegender, dickwändiger Fasern umgeben sind, welche letztere aus mehreren in einander liegenden Schichten entspringen. Finden wir nun nicht in dieser Verbindung alle Elemente eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündels einer dikotyledonischen Pflanze; in dem inneren Theile den, welcher dem Holze, in dem äußeren den, welcher der Rinde entsprechen würde? Daher sind auch in dem ersten Jahre die krautartigen Stämme der monokotyledonischen Pflanzen, sowie die von vielen dikotyledonischen, und unter diesen letzteren vorzüglich von solchen, bei denen wir die Zerstreuung der Markröhrebündel in die Rinde angegeben haben, sehr schwer zu unterscheiden. Wollen wir aber die Vergleichung weiter treiben, so hört die Aehnlichkeit auf.

Der Bündel einer dikotyledonischen Pflanze zeigt in seiner ganzen Länge die nämliche Struktur; untersucht man den Bündel einer monokotyledonischen Pflanze in verschiedenen Höhen, so ändert er sich in seiner Dicke und in seiner Zusammensetzung. Der erstere trennt sich nach einer gewissen Zeit, gewöhnlich nach einem Jahre, in zwei Theile, wovon der eine bei dem Holzsysteme bleibt, der andere zum Rindensysteme übergeht, und zwischen denselben bildet sich ein neuer Bündel, der dazu bestimmt ist, ein Jahr später die nämliche Zertheilung zu erleiden. Die Elemente eines Bündels an einer monokotyledonischen Pflanze trennen sich zu keiner Zeit, und wenn die inneren mit dem Holze, die äußeren mit dem Baste verglichen werden können, so wäre dies ein Bast, der in der ganzen Dicke des Stammes mit den Holzgefäßen, denen er auf eine unbestimmte Weise angeheftet bleibt, zerstreut wäre.

Man sieht gleich anfangs aus dieser ersten Uebersicht, wie verschieden die Wachsthumsweise an den

dikotyledonischen und monokotyledonischen Stämmen sein müsse, und daß wir bei diesen weder concen=

1

2

114.

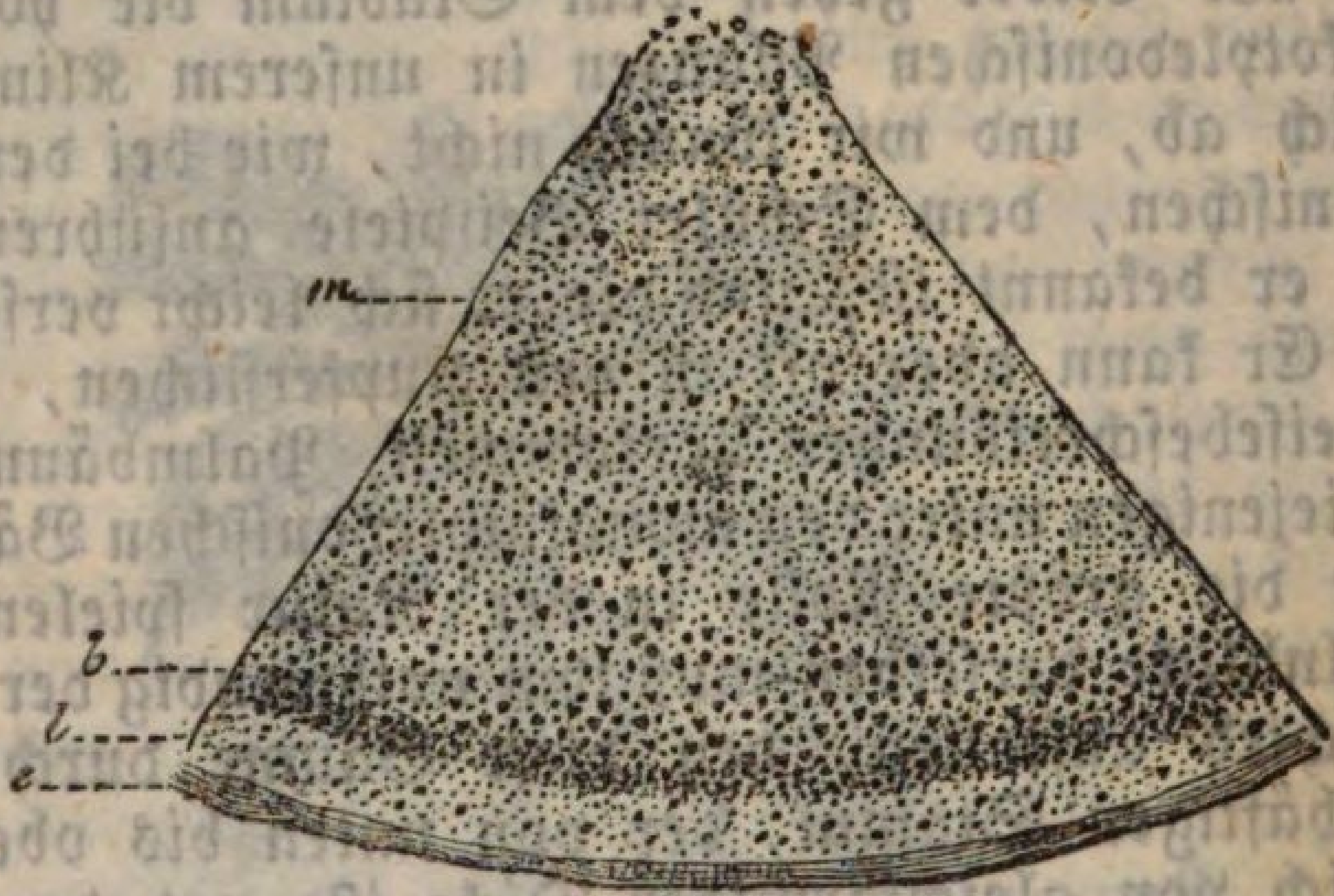
114. Zwei monokotyledonische Bäume, die zu zwei verschiedenen Familien gehören; der eine (1) zu der Familie der Palmbäume, der Kokosbaum (Cocos nucifera); der andere (2) zu der Familie der Pandaneen, der Baquois oder Vacoua (Pandanus odoratissimus). Der erste liefert ein Beispiel von einem einfachen, der zweite von einem astigen Stamme. Man hat zwei menschliche Figuren an dem Fuße derselben angebracht, um ihre Höhe anzuzeigen.

trische Holzgürtel, wovon sich jedes Jahr einer bildet, noch Bastblätter erwarten dürfen.

§. 93. Leider gehen dem Studium die holzigen, monokotyledonischen Pflanzen in unserem Klima fast gänzlich ab, und wir können nicht, wie bei den dikotyledonischen, dem Schüler Beispiele anführen, mit denen er bekannt ist, und die er sich leicht verschaffen kann. Er kann aber oft in den Kupferstichen, die in den Reisebeschreibungen vorkommen, Palmbäume finden, diejenigen unter den monokotyledonischen Bäumen, welche die größte Rolle in der Natur spielen; bei dem Anblicke derselben muß ihm nothwendig der große Unterschied auffallen, den diese Bäume durch ihren dünnschäftigen Stamm, der von unten bis oben gewöhnlich von gleichförmiger Dicke ist, und durch die Nacktheit eben dieses Stammes, der sich nicht in Aeste und Zweige vertheilt, und erst an seinem Gipfel seine großen in einen Büschel vereinigten Blätter trägt, mit den unsrigen haben (Fig. 114, 1). Die Yucca aloefolia, welche in den Gärten, besonders *in den* südlichen, gar nicht selten ist, kann im Kleinen einen Begriff von dem Wuchse der Palmen abgeben.

§. 94. Wenn wir von der äußerlichen Untersuchung eines Palmbaumes zu der Untersuchung seines Inneren übergehen (Fig. 115), so finden wir diesen Haufen faseriger Büschel unordentlich in dem Zellgewebe zerstreut, wie wir es für das erste Jahr angegeben haben. Diese Büschel haben sich aber außerordentlich vervielfältigt; seltener und von einander entfernter in der Mitte des Stammes (m), werden sie zahlreicher, gedrängter und zu gleicher Zeit farbiger, je näher sie der Peripherie kommen, gegen welche hin sie auf diese Weise einen dichten und schwärzlichen Gürtel bilden (b). Bald überzieht sich dieser unmittelbar mit der Zellenschichte, welche man Rinde nannte (e), bald liegt zwischen ihr und dieser Schichte ein Gürtel (l) von Bündeln, welche lockerer vereint, schlanker, nicht

so gedrängt und nicht so gefärbt sind, und dessen Lage und Natur ihn oft für einen Bastgürtel halten ließen.



115.

§. 95. Dieser Bau der meisten Palmbäume war schon den Alten bekannt. Desfontaines gebührt die Ehre, seine Allgemeinheit in allen monokotyledonischen Pflanzen entdeckt und folgendes, sehr einfaches Gesetz zuerst ausgesprochen zu haben: Nach dem inneren Bau der Stämme theilen sich die Pflanzen in zwei große Klassen: zu der ersten gehören die, welche keine deutliche concentrische Schichten haben, deren Festigkeit von der Peripherie gegen den Mittelpunkt hin abnimmt, bei denen das Mark zwischen den faserigen Bündeln ohne Markverlängerungen in divergirenden Strahlen liegt: die monokotyledonischen Pflanzen; zu der zweiten die, welche deutliche concentrische

115. Abschnitt eines horizontalen Schnittes eines Palmbaumes (**Astrocaryum murumuru**). — *m* Central- oder Marktheil mit selteneren und zerstreuteren Holzbüscheln. — *b* Aeußerer oder holzichter Theil, wo die zahlreichen und gedrängten Büschel einen dichten und schwärzlichen Gürtel bilden. — *l* Gürtel von schlankeren und nicht so gedrängten Büscheln, die man mit dem Baste verglichen hat. — Rindenartige Zellenschichte.

Schichten haben, deren Festigkeit von dem Mittelpunkte gegen die Peripherie hin abnimmt, bei denen das Mark in einem der Länge nach laufenden Kanale mit Markverlängerungen in divergirenden Strahlen enthalten ist: die dikotyledonischen Pflanzen. Dieses von Desfontaines so ausgesprochene Gesetz ist bis jetzt noch nicht angefochten worden.

So verhält es sich aber nicht mit den Schlüssen, welche die Art und Weise des Wachsthums an den Stämmen der monokotyledonischen Pflanzen betreffen, und welche er auf eine sehr zweifelhafte Weise nach Daubenton daraus abgeleitet hatte, die aber später allgemein angenommen und anerkannt wurden. Da alle Blätter gewöhnlich an dem Gipfel des Baumes vereinigt sind, und da bei dieser Vereinigung die jüngsten, die zuletzt gebildeten, dem Mittelpunkte zunächst stehen, da auf der andern Seite in die Blätter alle aus Fasern und Gefäßen bestehende Büschel auslaufen, deren Vereinigung den festen Theil des Stammes begründet, so liegen die Büschel, welche an die jüngsten Blätter anstoßen und welche demnach selbst zuletzt gebildet werden, im Mittelpunkte der andern. Auf diese Weise wird also der Stamm beständig durch das Hinzukommen neuer Büschel, die sich in seiner Mitte bilden, und welche die älteren nach außen treiben, hart; diese letzteren nähern sich einander, drängen sich immer mehr und bilden auf diese Weise endlich jenen äußeren Gürtel, der härter als alles Uebrige ist. Diese Art zu wachsen wäre also gerade das Umgekehrte von dem Wachsthume bei den dikotyledonischen Pflanzen, bei welchen die neueste Schichte immer die äußerste, und bei denen jede um so älter ist, je näher sie sich an dem Mittelpunkte befindet. Man schlug den Namen: von außen erzeugt (exogène) für jene Stämme dikotyledonischer Pflanzen vor, welche von außen wachsen, und den Namen: von innen

erzeugt (endogène) für die von den monokotyledonischen Pflanzen, welche von innen wachsen.*

§. 96. Damit aber diese Schlüsse richtig seien, müßten die Büschel auf eine unveränderliche Weise die nämlichen Verhältnisse und demnach die nämliche parallele Richtung in der ganzen Länge ihres Weges behalten, ihr Ganzes müßte eine Art Garbe bilden. Dies findet aber nicht Statt, und an einem Palmstamme, der nach seiner Länge geschnitten wurde, sieht man, wie der Büschel sich krümmt und sich nach allen Richtungen hin kreuzt; man würde das Nämliche, jedoch etwas schwieriger, an dem kurzen Stamme eines Lauchs oder irgend einer andern unserer krautartigen monokotyledonischen Pflanzen sehen, bei denen die Blätter auf einem sehr kurzen Stamme gedrängt eingefügt sind.

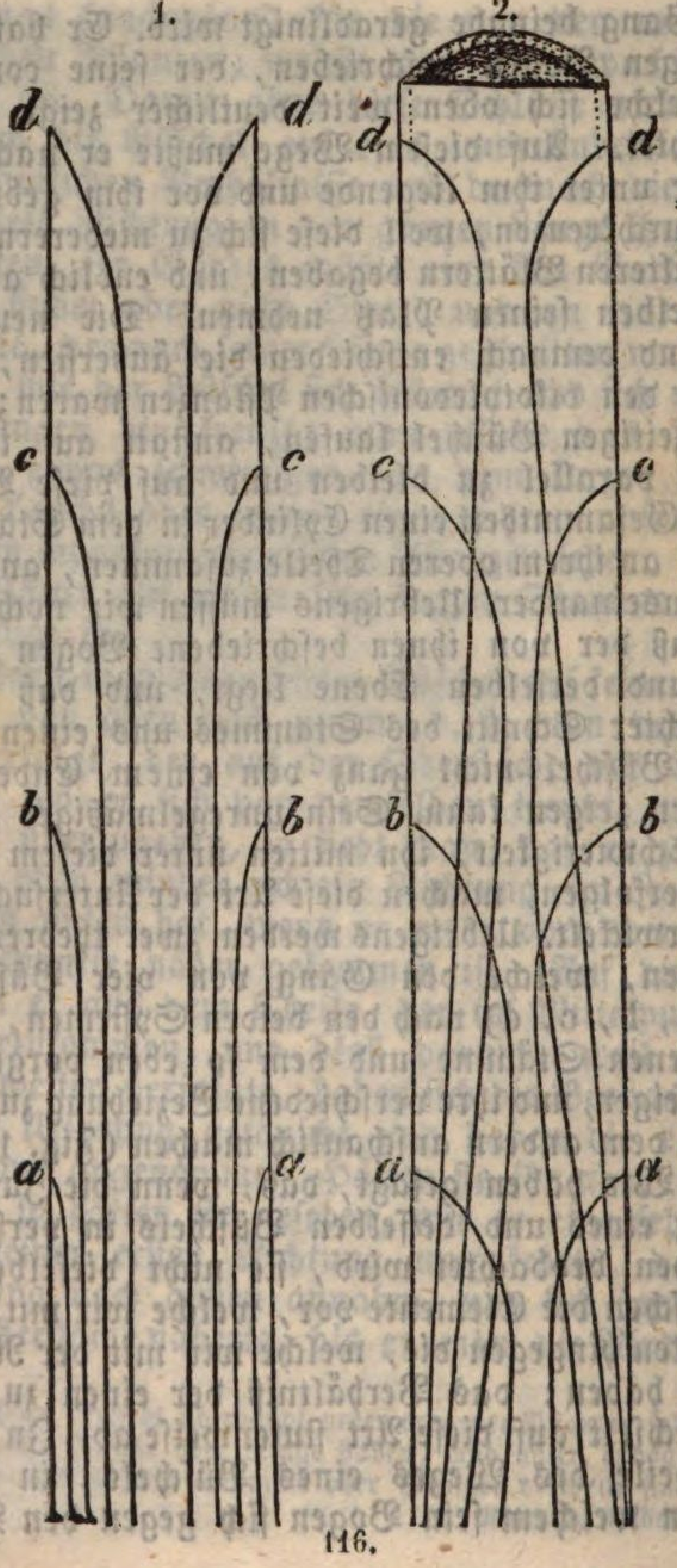
Wenn man einen dieser Büschel auf seinem ganzen Wege von oben nach unten, d. h. von dem Punkte an verfolgt, der auf der Oberfläche des Stammes liegt, wo er sich von demselben trennt, um in ein Blatt überzugehen, so sieht man, daß er zuerst eine mehr oder minder schiefe Richtung im Innern und sodann unten hat, wenn er mehr oder weniger dem Mittelpunkte näher gekommen ist. Auf diese Weise scheint er aus dem Theile, der im Mittelpunkt liegt, hervorzukommen, und bloß darum, weil man ihn nicht weiter verfolgte, haben sich die Beobachter über seinen Ursprung getäuscht und haben die endogenen Stämme angenommen. Hätten sie ihn aber tiefer verfolgt, so hätten sie gesehen, wie er eine sehr schiefe, von seiner ersten Richtung umgekehrte, d. h. eine Richtung nach außen annahm, und sich immer mehr der Oberfläche näherte, bis er unter die Rinde kommt,

* Man versteht überhaupt unter exogenen Pflanzen solche, welche concentrische Gefäße oder Ringe haben, und unter endogenen solche, deren Gefäße in dem Stamme oder Stengel vertheilt sind.

Anm. d. Uebersetzers.

wo sein Gang beinahe geradlinigt wird. Er hat also einen langen Bogen beschrieben, der seine convexe Seite, welche sich oben weit deutlicher zeigt, einwärts richtet. Auf diesem Wege mußte er nach der Reihe alle unter ihm liegende und vor ihm gebildete Büschel durchkreuzen, weil diese sich zu niederern und demnach älteren Blättern begaben, und endlich außerhalb derselben seinen Platz nehmen. Die neuesten Büschel sind demnach entschieden die äußersten, wie sie es bei den dikotyledonischen Pflanzen waren; nur die gleichzeitigen Büschel laufen, anstatt auf ihrem Wege fast parallel zu bleiben und auf diese Weise durch ihre Gesammtheit einen Cylinder in dem Stamme zu bilden, an ihrem oberen Theile zusammen, an dem unteren anseinander. Uebrigens müssen wir noch beifügen, daß der von ihnen beschriebene Bogen nicht in einer und derselben Ebene liegt, und daß also ein senkrechter Schnitt des Stammes uns einen und denselben Büschel nicht ganz von einem Ende bis zum andern zeigen kann. Sein unregelmäßiger Weg und die Schwierigkeit, ihn mitten unter diesem Gewebe zu verfolgen, machen diese Art der Untersuchung äußerst verwickelt. Uebrigens werden zwei theoretische Abbildungen, welche den Gang von vier Büschelpaaren (a, b, c, d) nach den beiden Systemen, dem der endogenen Stämme und dem so eben vorgetragenen, anzeigen, und ihre verschiedene Beziehung zu dem einen und dem andern anschaulich machen (Fig. 116).

§. 97. Wir haben gesagt, daß, wenn die Zusammensetzung eines und desselben Büschels in verschiedenen Höhen beobachtet wird, sie nicht dieselbe ist. Oben herrschen die Elemente vor, welche wir mit dem Holze, unten hingegen die, welche wir mit der Rinde verglichen haben: das Verhältniß der einen zu den andern wechselt auf diese Art stufenweise ab. In dem oberen Theile des Weges eines Büschels, in dem nämlich, in welchem sein Bogen sich gegen den Mit-



116.

116. Verhältniß von vier Büschelpaaren; 1. nach dem Systeme von innen erzeugten Stämmen;
2. nach dem Mohlschen Systeme.

telpunkt richtet, oder gegen denselben herabsteigt, zeigt er von innen nach außen mehrere Luftgefäße, sodann größere Gefäße von einer andern Reihe, die von ihren Zellen umgeben sind; endlich in geringerer, gleicher, oder etwas größerer Zahl, die eigentlichen Gefäße und die dicken, den Bastfasern ähnlichen Fasern.

Diese vervielfältigen sich aber immer mehr und machen sogar den Büschel dicker, je mehr er sich bei seinem Herabsteigen der Peripherie nähert, so daß man sie, etwas weiter unten, in großer Menge antrifft, wie sie inwendig noch von einem kleinen Haufen holzichter Zellen begränzt sind, die ein oder zwei große Gefäße umgeben; noch weiter unten werden nur sie noch gefunden. Ganz unten, wo der Büschel längs der Rinde hingeht, ist er vollkommen faserig, gewöhnlich sehr dünn geworden, und hat sich oft in mehrere besondere Fäserchen zertheilt; Fäserchen, die bei ihrer Anastomosirung mit denen der benachbarten Büschel, die Verschmelzung vermehren.

Bei einem Horizontalschnitte des Stammes bilden *also* diese dünnen und durch ein Parenchym mit sehr feinen Maschen nur locker verbundenen Fäserchen den äußeren Theil, und bringen jene Schichte hervor, die man bisweilen für die Bastschichte gehalten hat, die aber hier, wie man sieht, einen ganz anderen Ursprung, als bei den dikotyledonischen Pflanzen hat, und die auch bisweilen fehlt. Der Theil der Büschel, welcher wesentlich aus einer großen Menge Fasern mit dicken Wänden besteht, bildet den harten und farbigen Gürtel; ihr oberer Theil, wo sich diese Fasern mit Gefäßen und holzichten Zellen verbunden haben, bildet die seltenern, auf der Mitte des Centralparenchyms zerstreuten Punkte; so wie auch die, welche man gegen die Einfügung der Blätter hin findet. Alle diese Resultate verdankt man den gelehrten Bemühungen Hugo Mohl's.

§. 98. Der Stamm ist anfänglich vorzüglich durch

das individuelle Wachsthum eines jeden der verschiedenen Elemente, woraus er besteht, dicker geworden. Warum hört aber dieses Dickerwerden gewöhnlich bald auf, und warum zeigt der Stamm von oben an bis unten einen fast gleichen Durchmesser, da es doch scheint, daß das beständige Hinzukommen neuer Büschel, welche neuen Blättern entsprechen, ihn unaufhörlich dicker machen sollten? Die Zahl dieser Büschel läßt sich nicht mit der Zahl derjenigen vergleichen, die man bei den dikotyledonischen Pflanzen findet, weil der Raum in den meisten Fällen, anstatt ganz mit Aesten und Blättern bedeckt zu sein, diese nur auf seinem Gipfel trägt, und nur durch eine einzige gipfelständige Knospe in die Höhe wächst. Wir wissen überdies, daß sich diese Büschel, anstatt auf ihrem ganzen Wege von gleicher Dicke zu sein, stufenweise nach unten verdünnen, und sich wahrscheinlich endlich erschöpfen. Die Grundfläche des Stammes zeigt also nicht die Summe aller Büschel und die Zahl derjenigen, welche durch sie durchgehen können, wird in derselben durch die Verdünnung und die Verdichtung der oberen Büschel ersetzt: eben so verhält es sich auf jeder Stufe der Höhe. Bisweilen ist jedoch diese Ausgleichung nicht auf allen Höhen ganz genau dieselbe, und man sieht Stämme, die nach unten, in der Mitte oder nach oben sich bauchen, und dies richtet sich ohne Zweifel nach der Zeit seines Lebens, zu welcher der Baum am kräftigsten vegetirte.

§. 99. Wir haben bisher die monokotyledonischen Stämme so dargestellt, als ob sie aller Verästung ermangeln und bloß aus einer gipfelständigen Knospe wachsen. Obgleich dieser Fall am häufigsten vorkommt, so ist er doch bei weitem nicht allgemein. Wir sehen, daß sich viele unserer monokotyledonischen Pflanzen, wie zum Beispiele die Spargel, die Asphodille und eine große Menge von Grasarten verästen; da ihr Stengel aber nur ein einziges Jahr lebt, so kann

man mit keiner großen Zuverlässigkeit den Einfluß berechnen, den die Entwicklung seiner Aeste auf ihr Wachsthum ausübt. Die Beobachtung an einigen Bäumen der heißen Länder, die sich gleichfalls verästen, wie zum Beispiele die Baquois, die Draconier's, hat stärkere Beweiskraft. Sie können in der Dicke zunehmen, und es gibt sogar einige, welche außerordentlich dick werden. Man darf in dieser Hinsicht nur den kanarischen Draconier anführen, einen der dicksten Bäume auf unserer Erde, so daß man eine kleine Kapelle in dem Innern seines Stammes, der nach Art unserer Weiden ausgehöhlt ist, * aufführen konnte. Wenn sich auf diese Weise an einem schon ausgebildeten monokotyledonischen Stamme seitenständige Knospen entwickeln, so kriechen die Büschel, anstatt diesen Stamm auf ihrem Wege nach dem Mittelpunkte zu durchbohren, zwischen ihm und der Rinde fort, und es zeigt sich alsdann eine Vergrößerung des Umfangs, welche mit der an den dikotyledonischen Pflanzen viele Aehnlichkeit hat; immer jedoch mit dem Unterschiede, der aus der relativen Lage und der Zusammensetzung dieser Büschel entspringt, welche wie die am centralen Theile unzertheilt bleiben.

§. 100. Rinde nannten wir die Zellenschichte, welche anfänglich von der Epidermis überzogen und gewöhnlich durch die Grundfläche der Blätter verdickt, den äußersten Theil des Stammes bildet. Ihre Zusammensetzung unterscheidet sich deutlich von dem faserigen Theile, den sie überzieht und von welchem sie sich bisweilen abschält. Da sie aber bisweilen auch

* Diese Zerstörung des centralen Theiles der monokotyledonischen Stämme, die man sehr häufig findet, ist ein unwiderlegbarer Beweis gegen das System, nach welchem die Gefäße in dem Stamme vertheilt sind. Die Pflanze, deren Gefäße in dem Stamme vertheilt sind, könnte mit ihrer zerstörten Mitte eben so wenig fortleben, als die Pflanze mit concentrischen Gefäßen, die auf eine gewisse Tiefe ihres peripherischen Theiles beraubt wird.

äußerst dünn und anhängend ist, so verschmilzt sie mit demselben; in einigen ziemlich seltenenen Fällen erhält sie eine beträchtliche Entwicklung. So hat der Stamm des Tamnus elephantipes, der jetzt in den Treibhäusern ziemlich gemein ist, das Aussehen einer Art von Dach, dessen Oberfläche in zahlreiche Fächer eingetheilt ist, die durch tiefe Furchen von einander geschieden sind; und diese Fächer sind eben so viele Platten von einer dem Korke ähnlichen rindenartigen Substanz; aber trotz diesem Aussehen hat sein gleichförmiges Zellgewebe nie diese verschiedenen Hüllen, die korkartige und die zellige gezeigt, die wir bei den dikotyledonischen Pflanzen beschrieben haben. Wir wissen übrigens, daß der Bast nie in der Rinde der monokotyledonischen Pflanzen vorkommt, weil der, den man in derselben bemerkt zu haben glaubte, einen ganz andern Ursprung hat, und nichts anderes ist, als das untere Ende der Holzfasern. Weiter oben spielt er wirklich die Rolle des Holzes und wird vielleicht auch den Namen desselben erhalten. Die Rinde unterscheidet sich also eben so, wie das Holz an den Stämmen dieser beiden großen Pflanzenklassen, und wenn man sogar ihren Unterschied in Pflanzen, deren Gefäße in dem Stamme vertheilt sind (endogene Pflanzen), und in Pflanzen mit concentrischen Ringen (exogene Pflanzen) ganz bei Seite läßt, so bleiben sie darum nicht weniger durch anatomische Merkmale von hoher Wichtigkeit und leichter Wahrnehmbarkeit von einander abgesondet.

Stämme akotyledonischer (nacktkeimender) Pflanzen.

§. 101. Wir haben (§. 27) gesehen, daß der Embryo oder die Spore einer akotyledonischen Pflanze keinen Unterschied derjenigen Theile zeige, die dazu

bestimmt sind, sich in Wurzel, Stamm und Blättern zu entwickeln, daß er gewöhnlich eine einfache, mit einer körnigen Materie angefüllte Zelle ist. Findet er sich unter Bedingungen, die seinem Keimen günstig sind, so verlängert sich der auf die Erde oder auf jede andere hinlänglich feuchte Fläche gelegte Theil in eine Röhre, welche die Rolle einer Wurzel spielt, das andere Ende erweitert sich durch die Erzeugung neuer, neben der ersten befindlicher Zellen zu einem Ansatze oder einer gewöhnlich horizontalen Platte und mehrere dieser Zellen treiben radicellenartige, der ersten ähnliche Röhren. Die Vegetation einer großen Anzahl von Pflanzen geht nicht darüber hinaus; es werden nicht einmal Stämme erzeugt. Bei mehreren von diesen, welche mitten im Wasser leben; bei den Armleuchtern z. B., erhebt sich zu gleicher Zeit, wo sich die Wurzeln in den Schlamm versenken, nach entgegengesetzter Richtung ein Cylinder, den man Stengel oder Ast nennen kann, er ist aber nur eine Reihe von Röhren oder verlängerten Zellen, die an ihren Endpunkten zusammengewachsen sind. Andere haben eine Art Stamm, der schon viel verwickelter ist, weil er aus einer Vereinigung von Zellen besteht; die äußersten, welche die ursprüngliche, abgerundete oder polyedrische Gestalt beibehalten, bilden die Hülle einer Achse, die aus verlängerten Zellen von verschiedener Gestalt oder sogar aus ächten Fasern besteht; dies beobachtet man z. B. an den Moosen und den Leberkräutern. Alle diese Pflanzen aber sind ganz zellig; man sieht an denselben noch keine Gefäße erscheinen.

§. 102. Diese Gefäße zeigen sich an den Wasserlinsenarten und an dem Wasserandorn, deren Stengel unter einer Zellenhülle eine aus Zellen und Gefäßen bestehende Achse hat. Diese besteht aus einem einzigen oder aus mehreren Büscheln, die durch ein zartes Parenchym mit einander verbunden sind. Diese

Büschel sind gewöhnlich statt der mehr oder weniger cylindrischen Form, die wir an den Büscheln der kotyledonischen Pflanzen beobachtet haben, abgeplattet; sie bilden gleichsam Bänder, die auf mannigfaltige Art zusammengelegt oder nach ihrer Länge gekrümmt sind. Wenn man mit Hülfe des Mikroskops die Natur der Gefäße untersucht, die auf diese Weise in abgeplattete Bündel zusammengebracht worden sind, so findet man nur ringförmige Gefäße oder noch häufiger solche, die wir mit dem Namen treppenförmige (skalenförmige) bezeichnet haben; es sind sogar lange Fasern, die eher unabhängig, als mit ihren Enden zu einer stetigen Röhre verwachsen sind. Alle diese Pflanzen, wie wir sie jetzt auf der Erde finden, sind krautartig, es scheint aber nach den fossilen Ueberresten anderer Pflanzen zu schließen, welche man nicht mehr im Leben antrifft, daß zu einer weit früheren Zeit Stämme, die man zu den nämlichen vegetabilischen Familien rechnen kann, weit beträchtlichere Dimensionen und eine holzichte Consistenz gehabt haben.

§. 103. Es gibt noch eine große, auf der Erde sehr verbreitete Familie akotyledonischer Pflanzen, die der Farnkräuter, die bei einem ähnlichen Baue uns einen kleinen Begriff von dem geben können, was diese großen vorsündflutlichen Vegetabilien waren. In unsern gemäßigten Klimaten zeigen sich zwar die Farnkräuter nur in einem krautartigen Zustande oder sie kriechen, wenn ihre Stengel länger als ein Jahr dauern, fort und verbergen sich unter der Erde. Wie die Andorne, zeigen sie in ihrem Mittelpunkte einen einzigen oder eine kleine Anzahl von Büscheln, die gleichfalls aus meist treppenförmigen (skalenförmigen) Gefäßen bestehen. (Man kann §. 11, Fig. 48 die Abbildung einiger Fragmente dieser Gefäße sehen, die von einem der größten Farnkräuter unseres Landes, von der königlichen Osmunde genommen sind.)

117.

117. Baumartiges Farnkraut (Alsophila perrotetiana) aus Ostindien. — Der cylindrische Stamm zeigt an seiner Basis in *ra* eine konische Verdickung, die aus einer Anhäufung von Adventivwurzeln herrührt, welche aus derselben entspringen und dieselbe an diesem Theile bedecken.

§. 104. Unter den Wendezirkeln und in den heißen Klimaten, welche in der Nähe von diesen sind, haben die Farnkräuter oft eine ganz andere Entwicklung. Sie werden große Bäume, die oft eine Höhe von 15 bis 20 Meter erreichen: nur unter diesen können wir Glieder der Vergleichung mit den dikotyledonischen oder monokotyledonischen Bäumen finden, welche vorher den Gegenstand unserer Untersuchung ausmachten.

Aeußerlich scheinen sie den monokotyledonischen am meisten ähnlich zu sein: es sind hohe und dünnschäftige, einfache Stämme, die von ihrer Grundfläche bis zum Gipfel eine fast gleiche Dicke haben, und die ebenfalls an ihrem obersten Ende mit einem Büschel großer Blätter gekrönt sind, während sie durchaus keine an dem ganzen übrigen Theile ihrer Oberfläche haben.

§. 105. Man glaubte lange Zeit, daß ihr innerer Bau der nämliche, wie bei den monokotyledonischen Pflanzen sei: durchschneidet man aber einen dieser Stämme (Fig. 118) und untersucht man die Elemente desselben, so stellt sich eine auffallende Verschiedenheit heraus; denn anstatt kleiner holziger Büschel, die in der Mitte des Parenchyms in der ganzen Dicke des Stammes liegen, bemerkt man sogleich sehr große (*zl*), die in einem einzigen Ringe gegen seine Peripherie hin liegen. Diese Büschel sind bald durch Parenchyme von einander getrennt, bald an ihren Rändern so mit einander vereinigt, daß sie einen stetigen Ring bilden. Sie umschreiben also einen sehr großen, zelligen, im Mittelpunkte befindlichen Cylinder, der folglich seiner Lage und seiner Natur nach den Namen Mark erhalten kann (*m*). Außerhalb des Ringes befindet sich ein anderer zelliger Gürtel (*p*), der mit der Epidermis in dem ersten Alter der Pflanze und später mit einer harten Hülle (*e*) überzogen ist, welche die lange andauernden Grundflächen der Blät-

ter bilden, die in dem Verhältnisse abfallen, als der Baum in die Höhe steigt, und sie selbst aufhören, die Krone desselben zu bilden.

118.

Die Büschel werden bei einem Horizontalschnitte sogleich an der Härte ihres Gewebes und an ihrer gewöhnlich schwarzen Farbe erkannt. Diese Farbe rührt von der des Prosenchyms her (*f*), wovon ein Gürtel in jedem Büschel den Haufen der Gefäße (*v*) einhüllt, welche alle zu denen gehören, die wir mit dem Namen der ringförmigen, der gestreiften und vorzüglich der treppenförmigen bezeichneten. Die ganzen Büschel, und demnach der Ring, der aus ihrer Annäherung oder Vereinigung entspringt, haben ge-

118. Horizontalschnitt eines baumartigen Farnstammes (Cyathea). — *m* Mark, das die ganze Mitte einnimmt. — *zl* Holzgürtel, der aus großen Gefäßen besteht, die, wie hier, in einem unterbrochenen Kreise liegen (oder bei andern in einem stetigen Ringe). — *f* Haufen von schwarzen Parenchymfasern, welche die Einfassung eines jeden der Büschel bilden. — *v* Haufen von treppenförmigen Gefäßen in der Mitte jedes Büschels, der auf diese Weise eine verschieden gefaltete weißliche Binde vorstellt, welche die schwarze Einfassung einrahmt. — *p* Aeußerer parenchymatischer Gürtel, der unmittelbar oder mittelbar mit dem Marke in Verbindung steht. — *e* Harte, die Stelle der Rinde vertretende Hülle.

wöhnlich die Gestalt einer Binde, welche, auf eine mannigfaltige Weise gefaltet oder um sich selbst gekrümmt, auf diese Weise mehr oder weniger wunderliche, mehr oder weniger zierliche Umrisse zeigt. Außer diesen Elementen, den weißlichen Gefäßen, welche den Mittelpunkt der Büschel bilden, den prosenchymatischen und schwärzlichen Zellen, welche den ganzen Umfang derselben ausmachen, behauptet Schultz, in denselben, zwischen den ersten und den zweiten, Saftgefäße und verlängerte Fasern gefunden zu haben, die denen des Bastes ähnlich sind; Mohl nimmt kein Vorkommen des Bastes und der eigentlichen Gefäße in denselben an.

Manchmal kommen in dem Centralmarke andere kleine, rundliche Büschel vor, die aus den nämlichen Gefäßen, wie der Ring, bestehen.

Wenn man diesen nach seiner Länge und nicht mehr nach seinem horizontalen Schnitte untersucht, so sieht man, daß seine großen Gefäße keinen geradlinichten, sondern wellenförmigen Weg einschlagen, so daß sie von Weite zu Weite bei ihrer abwechselnden Vereinigung und Trennung von einander Räume lassen, die von dem Zellgewebe ausgefüllt werden, das auf diese Weise das Zellgewebe des Markes mit dem der Peripherie in Verbindung bringt. Man kann diese Einrichtung leicht sehen, wenn man das ganze Zellgewebe durch eine Einweichung zerstört, welche das aus Fasern und Gefäßen bestehende Gewebe nicht angreift. Dieses bleibt in Gestalt eines hohlen Cylinders, einer mit einer großen Menge ziemlich regelmäßiger Oeffnungen durchbohrten Röhre zurück, die man mit dem holzichten Cylinder derjenigen dikotyledonischen Stämme, bei denen die Büschel gleichfalls einen wellenförmigen Weg machen, oder noch besser mit der Röhre ihres Bastes vergleichen könnte.

§. 106. Diese Beschreibung ist hinreichend, um den Unterschied der Stämme zwischen den baumartigen

Farnkräutern und denen der monokotyledonischen und dikotyledonischen Pflanzen begreiflich zu machen, nämlich: Die Vertheilung der kreisförmig geordneten und nicht unordentlich zerstreuten Büschel, wie bei den Ersteren, die nur einen einzigen Ring und nicht mehrere concentrische mit eben so vielen Rindenringen, wie bei den zweiten, bilden, und in allen Fällen die ganz verschiedene Struktur und Gestalt dieser Büschel. Man hat bei ihnen nie entrollbare Luftgefäße angetroffen, und wir haben gesehen, daß die Elemente bei denselben ganz anders als bei den kotyledonischen Pflanzen geordnet sind. Wenn der Schüler die Beschreibung von beiden richtig verfolgt hat, so wird er alle Züge der Verschiedenheit auffassen, die wir hier nur wiederholungsweise ausführlich angeben könnten.

§. 107. Der Stamm der baumartigen Farnkräuter erlangt durch die Entwicklung seiner verschiedenen Elemente einen gewissen Durchmesser; sodann hört er auf in die Dicke zu wachsen und behält beständig dieselbe, während er sich auf progressive Weise in die Höhe erhebt. Kaum über dem Boden ist er bereits so dick, als er es später ist, wenn er sich zu einem Baume von 15 Meter gebildet hat. Weil er nur durch den Gipfel wächst, so verlängern sich seine Büschel, ohne sich zu vervielfältigen; sie bleiben dieselben in jedem Alter, bei jeder Höhe.

Man stellt diesen holzichten Stamm gewöhnlich so vor, als ob er sich nie veräste; indessen ist seine Zertheilung nicht ohne Beispiele, und man kann in den Gallerien des Jardin des Plantes in Paris eine solche Zertheilung eines indischen Farnkrautes (alsophila perrotetiana), das oberhalb gabelförmig gespalten ist, erblicken. Schneidet man diese Gabel der Länge nach, nach der Achse (Fig. 119), so sieht man, daß sie nicht wie bei der Verästung der kotyledonischen Pflanzen ein Ast ist, der sich auf einem Stamme

119.

einpflanzt, daß aber der Stamm gleichsam verdoppelt ist und daß die holzichte Röhre gleich und ohne Unterbrechung in den beiden Seiten fortläuft.

Viele von den krautartigen, akotyledonischen Pflanzen, die wir weiter oben angeführt haben, von den Farnkräutern, Andornen, Wasserlinsenarten scheinen auch verästet zu sein, man kann sich aber überzeugen, daß dies immer wie in dem vorhergehenden Falle durch Verdoppelung des äußersten Endes und nicht durch Einfügung eines nebenständigen Astes geschieht. Jede von diesen Verästungen bildet eine Gabel, und wenn man ihre Bildung verfolgt, so sieht man, daß sie von dem Dasein zweier gipfelständiger Knospen, statt einer einzigen herrührt. Sie verlängern sich sodann, bald gleichförmig, bald ungleichförmig, und verdoppeln sich ihrerseits wieder, bald alle beide, bald nur eine von beiden. Die Pflanze erscheint nach der Zahl, wie oft sich diese Zertheilung wiederholt, mehr oder weniger ästig.

§. 108. Bei den Stämmen akotyledonischer Pflanzen ist es also ein allgemeines Gesetz, daß sie nur an ihrem obern Ende und durch Verlängerung der bereits gebildeten Büschel wachsen; daß sie sich also von denen der kotyledonischen Pflanzen unterscheiden, wo sich unaufhörlich neue Büschel auf der Oberfläche der früheren bilden. Man hatte demnach für diese Stämme den Namen: durch Verlängerung der Büschel entstanden (akrogen) vorgeschlagen, um ihn den früher angenommenen Namen: mit in dem

119. Senkrechter Schnitt der *Alsophila perrotetiana* in der Höhle ihrer Gabel. — *m* Mark. — *zl* Holziger Gürtel oder Röhre.

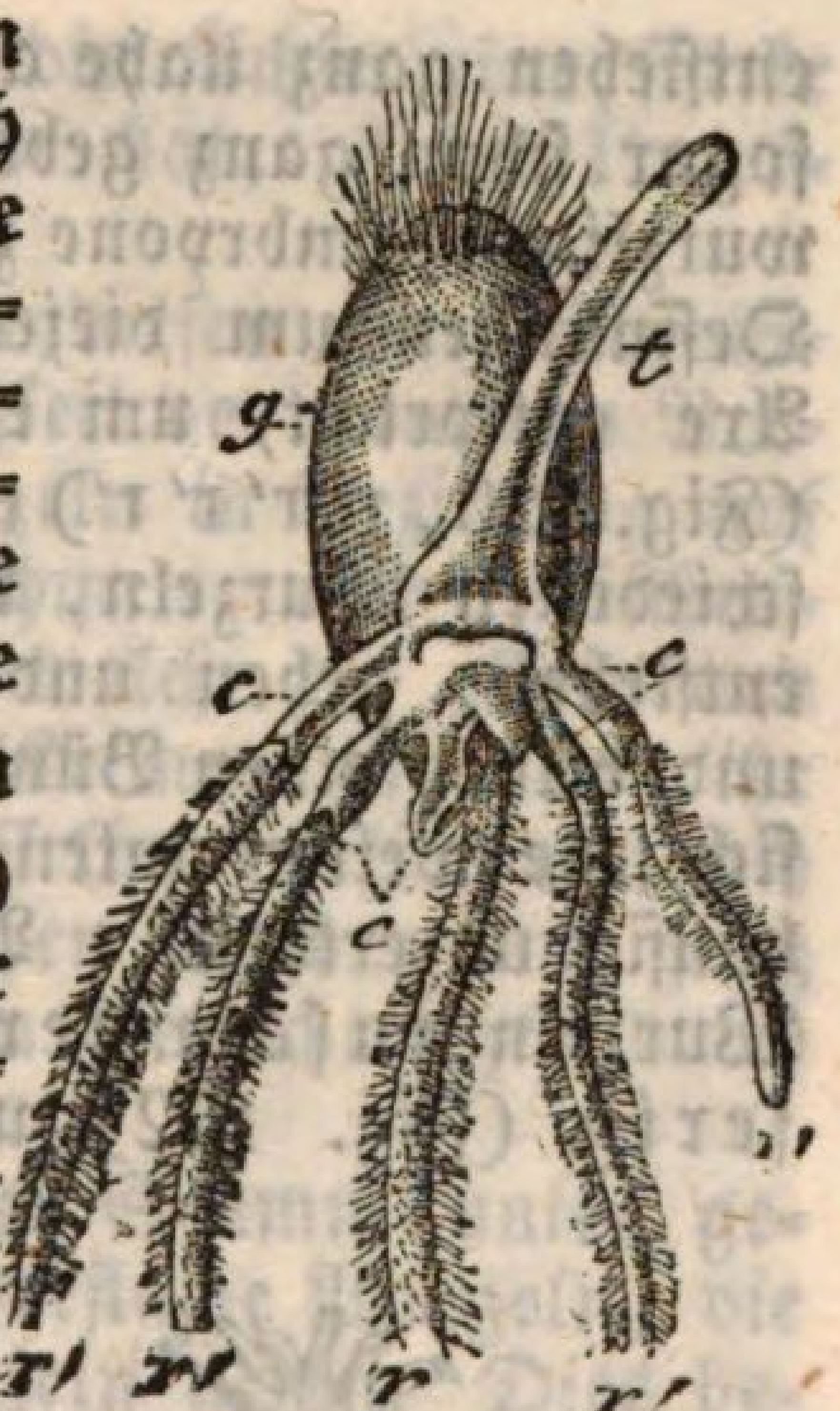
Stamme vertheilten Gefäßen (endogen) und mit concentrischen Ringen (exogen) entgegenzustellen. Wir wissen aber, daß diese letzteren Benennungen ausgemerzt werden müssen, und demnach wird es überflüssig, die erstere einzuführen. Diese Namen können indessen bisweilen auf eine nützliche Weise der Kürze wegen gebraucht werden, wenn man nur darauf achtet, die Etymologien zu vergessen und jeden nach den gegenwärtigen Begriffen der Wissenschaft zu definiren.

§. 109. Wir wollen indessen vor dem Schlusse eine Ausnahme von dem vorhergehenden Gesetze anführen: man findet sie in einer besonderen Familie akotyledonischer Pflanzen, den Kannenkräutern oder Schaftheuarten, deren Stämme nichts mit denen gemein haben, die wir so eben kennen lernten. In ihrem Mittelpunkte befindet sich eine große cylindrische Grube, die von Weite zu Weite durch Scheidewände durchschnitten ist, die eben so vielen Abgliederungen entsprechen, und sie zeigen an ihrem festen, fast ganz zelligen Theile andere weit kleinere Gruben, die in einem oder zwei Ringen liegen. Einige ringförmige Gefäße befinden sich längs diesen Gruben. Außen am Stamme, in der Höhe der Abgliederungen, laufen kreisförmige Zweige aus. Es ist keine Spur von Blättern vorhanden, weil man doch nicht wohl die häutigen Scheiden für solche halten kann, die sich auch an den Abgliederungen inwendig an den Zweigen finden, während diese zwischen der Scheide und dem Stamme entstehen sollten, wenn die erstere von einem Ringe verwachsener Blätter gebildet wäre; dagegen ist aber die Epidermis mit einer großen Menge von Spaltöffnungen versehen, die in regelmäßigen Linien liegen. Wir finden also in dem Bau dieser Kannenkräuter nichts, was mit allen Stämmen, von denen wir gesprochen haben, verglichen werden kann.

Wurzel.

§. 110. Die Wurzel ist derjenige Theil der Pflanze, welcher eine entgegengesetzte Richtung mit dem Stamme, d. h. gegen das Innere der Erde hin hat. Man nennt Basis ihre obere Fläche, durch welche sie mit eben diesem Stamme in dem Punkte in Verbindung steht, den wir den Hals genannt haben; Gipfel ist ihr unteres Ende. Die ausführliche Untersuchung des Stammes, in die wir uns eingelassen haben, erlaubt es uns, die der Wurzel um Vieles abzukürzen, weil es sich nur noch davon handelt, eine Vergleichung beider aufzustellen.

§. 111. Wir wollen sie, wie wir es mit dem Stamme gemacht haben, von ihrem ersten Erscheinen im Embryo an, verfolgen. Wir haben bereits angeführt, wie derjenige Theil desselben, den man das Würzelchen nennt, nicht ganz zur Wurzel gehöre, wohl aber zu dem Stamme in seinem obern Theile und sogar in den meisten Fällen fast in seiner ganzen Länge, mit Ausnahme seines unteren Endes. Also nur durch das Keimen zeigt sich das Würzelchen wirklich, und hier unterscheiden sich schon gleich zu Anfang die drei großen Pflanzenklassen. Wenn man die akotyledonischen bei Seite läßt, wo keine Verschiedenheit unter den Theilen und demnach kein Würzelchen vorkommt und wo die Wurzeln nur die röhrige Verlängerung der Zellen sind, welche den Boden berühren, so entwickeln sich die Würzelchen der dikotyledonischen und monokotyledonischen Embryone durchaus nicht auf ganz gleiche Weise. Bei den ersteren verlängert sich das Würzelchenende der Achse, bei den zweiten (Fig. 120) macht es sich eine Oeffnung, um das Würzelchen r durchzulassen, welches eine ihm anhängende oberflächliche Schichte von der Substanz des Embryo bedeckt, die alsdann gleichsam eine Scheide (c)



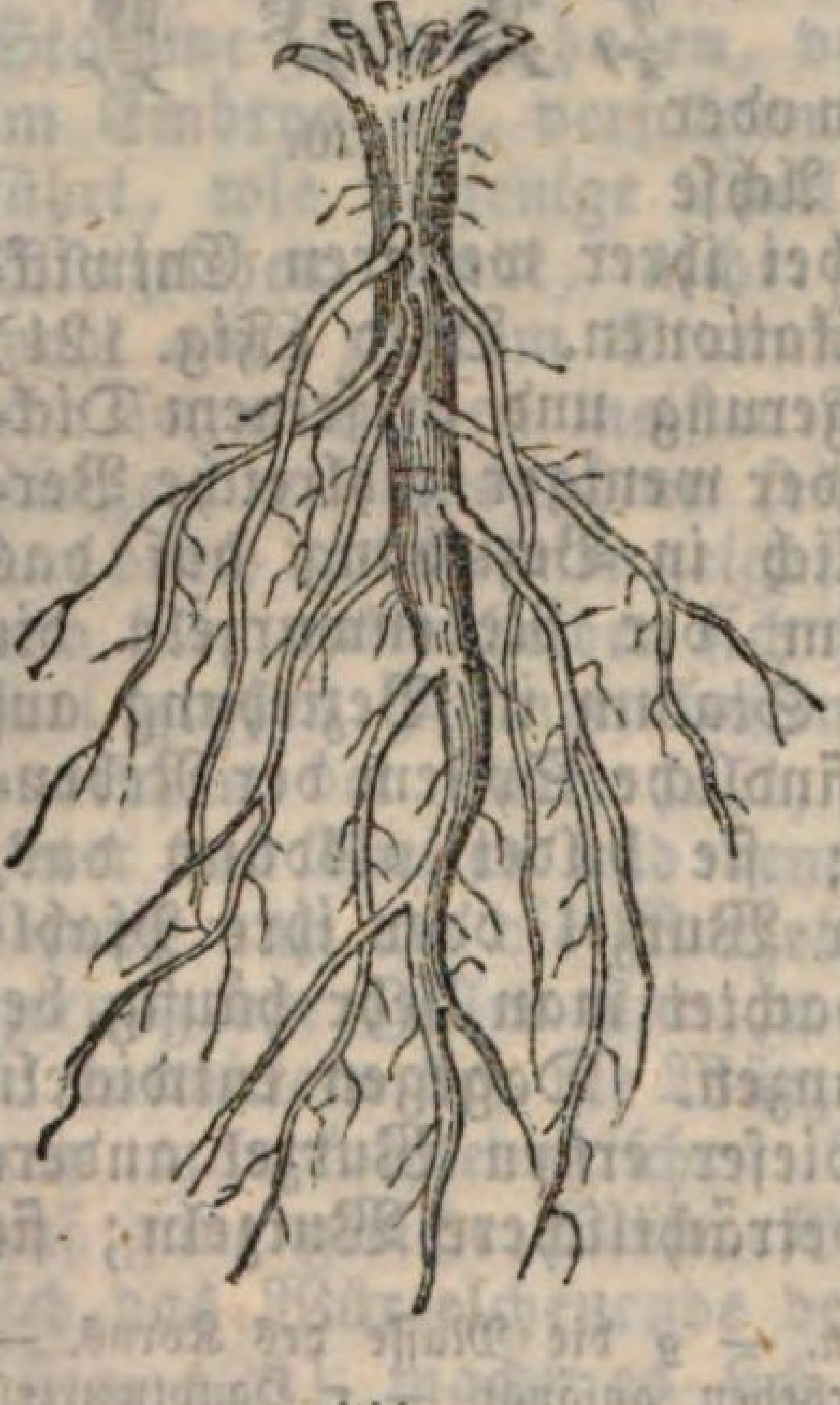
120.

an der Grundfläche jener ersten Wurzel bildet. Darum haben auch die dikotyledonischen Embryone bisweilen den Namen nacktwurzlige und die monokotyledonischen den der scheidenwurzligen erhalten, weil die Wurzel (ῥίζα) sich zum Theile außen (ἔξω, außen) bei den ersten, innen (ἔνδον, inwendig) bei den zweiten befindet. Daher kommt auch noch der Name Scheidewurzel (κολεός, Scheide), welcher dem Würzelchen dieser letzteren gegeben wurde.

§. 112. Das Würzelchen oder die untere Fortsetzung der Achse der jungen Pflanze zeigt bei ihrer weiteren Entwicklung zwei wichtige Modifikationen. Bald (Fig. 121) fährt es in seiner Verlängerung und in seinem Dickwerden fort, kann mehr oder weniger zahlreiche Verästungen bilden und endlich in Beziehung auf das ganze unterirdische System der Nebenwurzeln die Rolle spielen, welche der Stamm in Beziehung auf das ganze in der Luft befindliche System der Nebenstämme oder Aeste spielt; sie bildet alsdann das, was man den Körper der Wurzel oder ihre Pfahlwurzel nennt; dies beobachtet man sehr häufig bei den dikotyledonischen Pflanzen. Dagegen entwickeln sich ein andermal neben dieser ersten Wurzel andere fast gleiche, oder sogar beträchtlichere Wurzeln; sie

120. Keimendes Getreidekorn. — *g* die Masse des Korns. — *t* der junge Halm, der sich zu erheben anfängt. — *r* Hauptwurzel. — *r' r' r' r'* Nebenständige Wurzeln, die wie die vorhergehenden mit kleinen Fasern bedeckt sind. — *ccc* Scheidewurzel oder Scheide, in die sich jede Wurzel an ihrer Grundfläche hüllt, indem sie die oberflächliche Schichte des Embryo durchbricht.

entstehen ganz nahe an der Grundfläche und scheinen sogar schon ganz gebildet im Inneren vieler scheidewurzligen Embryone zu sein, weil diese unten mehrere Oeffnungen um diejenige herum haben, welche der Axe entspricht, um eben so vielen Nebenwürzelchen (Fig. 120, r′ r′ r′ r′) einen Weg zu machen. Diese verschiedenen Wurzeln, welche beinahe in gleicher Höhe entstehen, gehen und entwickeln sich gemeinschaftlich und bilden einen Bündel oder einen Büschel. Obgleich sich jede weiter unten verästet, so findet man sie doch häufig unzertheilt. Viele Schriftsteller nennen diese Wurzeln zusammengesetzt, büschelig oder faserig (Fig. 122) und im Gegensatze die ersteren



121.

122.

121. Pfahlwurzel von einer Malvenart (**Malva rotundifolia**).
122. Zusammengesetzte Wurzel von einer Asphodillart (**Asphodelus luteus**).

ganz, einfach, oder wenn die Achse eine starke senkrechte Entwicklung erhalten hat, Pfahlwurzeln (Fig. 121).

Begreiflich können zwischen diesen zwei Modifikationen nach der Mannigfaltigkeit der relativen Verhältnisse, welche die Nebenwurzeln in Beziehung auf die achsenständige Wurzel annehmen, alle Zwischenstufen beobachtet werden. Die, welche oft allein und immer die wichtigste bei dem Keimen ist, kann ihr Uebergewicht behalten oder dasselbe verlieren, auch sogar in ihrer Entwicklung stehen bleiben und ganz verdorren, während sie in ihren Verrichtungen durch die andern ersetzt wird.

§. 113. Ueberdies treibt der Stamm unter gewissen Umständen aus seiner Oberfläche Wurzeln, die man Neben- oder Adventivwurzeln nennt. Dies bemerkt man sehr leicht an gewissen Aesten, z. B. der Weide oder der Pappel, deren unteres Ende man in Wasser oder feuchte Erde steckt, die man alsdann Steckreiser nennt. An verschiedenen Punkten der Oberfläche dieses untern Endes zeigen sich bald Fasern, die sich gradweise verlängern und ihre Richtung abwärts nehmen; dies sind eben so viele Adventivwurzeln, rücksichtlich welcher der untere Theil des Astes die nämliche Rolle spielt, welche der Pfahl der ächten Wurzel in Beziehung auf ihre Veräſtungen gespielt haben würde. Gewisse Pflanzen haben nicht einmal nöthig, um auf diese Weise aus der Oberfläche ihres Stammes oder ihrer Aeste Wurzeln zu treiben, daß sie sich mit dem Boden oder mit dem Wasser in Berührung befinden, und man nennt Luftwurzeln diejenigen, welche so entstehen, daß sie sich von dem Punkte ihres Ursprungs nach dem Boden hinrichten und auf diesem oft sehr langen Wege in der Luft schweben.

Nicht ganz gleich entwickeln sich an allen Punkten die Adventivwurzeln, sondern vorzüglich an solchen,

wo eine Anhäufung von Säften und Nahrung, und ein Bruch der Epidermis stattfindet, an den Knoten der Stämme, an zufälligen Beulen und Verwundungen, oft auch an den Lenticellen.

§. 114. Mag nun auch der Ursprung der Wurzeln sein, welcher er will, mögen sie aus der Verlängerung des Würzelchens oder seiner Verästungen entspringen, oder sich als Nebenwurzeln an dem Stamme oder an den Aesten bilden, so fangen sie fast auf die nämliche Weise an und sind fast ganz gleich organisirt. Sie erscheinen zuerst in Gestalt eines kleinen Haufens von Zellen, wovon die, welche gegen den Mittelpunkt dieser Art von Kern hinliegen, sich bald mit diesem kleinen Körper verlängern; später werden einige davon zu Gefäßen organisirt, die sich in einem mehr oder minder langen Raume mit den Gefäßen der Büschel des Stammes verschmelzen. Der bestimmte Bau dieser Wurzeln ist auch der nämliche an einer und derselben Pflanze, und diesen wollen wir ganz kurz untersuchen, indem wir zuerst die gemeinschaftlichen Züge, welche er an den allermeisten Pflanzen zeigt, und sodann die Modifikationen erörtern, welche er bei den drei großen Klassen derselben darbietet.

Die Wurzeln haben weder Blätter oder ähnliche Organe, noch Knospen, die in einem constanten Verhältnisse mit diesen entstehen. Ihre Verästung ist also, wenn eine stattfindet, ganz von der der Stämme verschieden und andern, noch unbekannten Gesetzen unterworfen, so unregelmäßig erscheint sie. Die immer kleineren Verästungen hören endlich mit einer Art von Fädchen oder mit W u r z e l f a s e r n auf, die man auch H a a r w u r z e l n genannt hat. Gegen das Ende der unzertheilten Wurzeln hin ist die Oberfläche oft ganz mit diesen Wurzelfasern bedeckt; bisweilen scheinen sie allein die Wurzel auszumachen; in andern Fällen hingegen zeigt diese gar keine Wurzelfasern. Das Dasein derselben ist temporär, sie verwelken an den

alten Theilen der Wurzeln und es erzeugen sich neue an den jüngern Extremitäten derselben.

§. 115. Genau an diesen Extremitäten wird eine der Hauptverrichtungen der Wurzeln, der Uebergang der Flüssigkeiten in die Pflanze, aus der sie umgebenden Erde auf das Thätigste bewerkstelligt. Man hatte geglaubt, daß er vorzüglich vermittelst zellichter Anschwellungen vor sich gehe, die sich an den Spitzen der Wurzelfasern oder der letzten Wurzeln, mag auch ihre Zertheilungsart sein, welche sie will, befinden, die nach Art eines Schwammes aufschwellen, indem sie sich mit den in Beziehung zu ihnen stehenden Flüssigkeiten tränken und demnach Wurzelschwämmchen genannt werden. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß man sich eine falsche Vorstellung von ihnen gemacht habe, indem man sie unter unzureichenden Vergrößerungen beobachtete, durch welche man der Wurzelspitze die Anhäufung schleimiger Flocken oder anderer kleiner fremdartiger Molekülen zuschrieb, die aber bloß an ihr hingen, daß sich wirklich gewisse Wurzeln bisweilen in eine Art von Ausbauchung oder zellichter Haube von einem lockerern Gewebe als das Uebrige, wie z. B. bei der Hydrocharis endigen, daß diese Ausbauchung dagegen in anderen Fällen von einem dichteren Gewebe, wie z. B. bei Lemna ist, daß man sehr oft gar keine Endausbauchung findet und daß die Wurzelfaserspitze mit einer epidermischen Schichte überzogen ist, welche an diesem Punkte, wie an dem ganzen übrigen Theile ihrer Oberfläche dieselbe ist.

Was die Extremität der größern Wurzelzertheilungen anbetrifft, welche nicht wie die Wurzelfasern verwelken, sondern zu wachsen fortfahren, so muß diese im Allgemeinen ein Gewebe im werdenden Zustande darstellen, weil sie der einzige Sitz der Entwicklung ist; und daraus entspringt nothwendig eine gewisse Verschiedenheit zwischen diesem Punkte und

allen andern benachbarten Punkten der Grundfläche, deren Gewebe schon den ganzen Grad der Bildung erlangt hat, deren es fähig ist.

§. 116. Die Epidermis der Wurzeln (Fig. 87) unterscheidet sich durch den constanten Mangel der Spaltöffnungen von der Epidermis der Stämme. Dadurch und auch durch ihre Gestalt ist sie bei weitem nicht so deutlich, wie die des unten liegenden Zellgewebes.

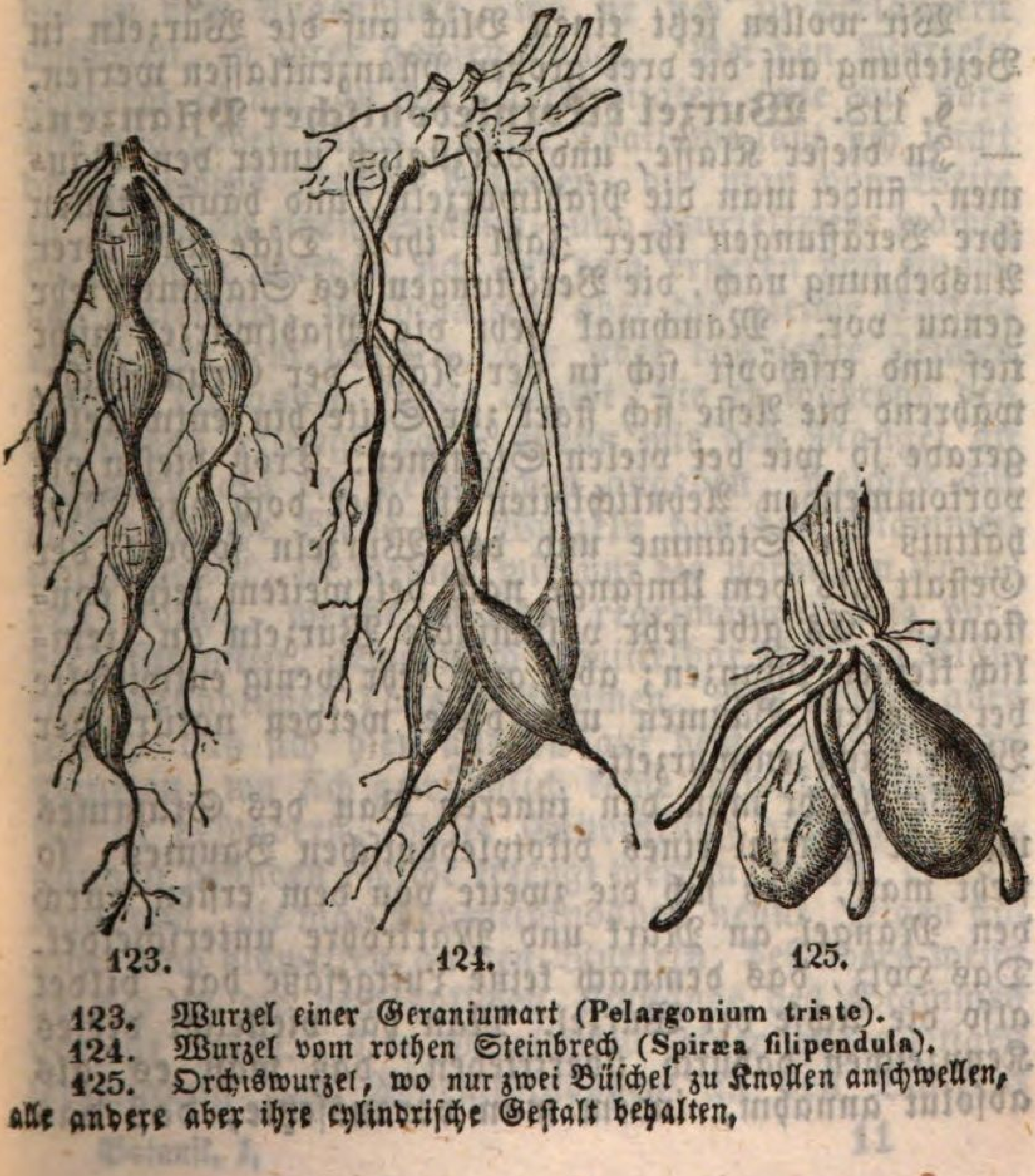
Die sie bildenden Zellen verlängern sich sehr oft in bloße Haare oder in Papillen (Wärzchen). Man bemerkt sie gewöhnlich gegen die Grundfläche des Würzelchens hin, wenn dieses sich durch das Keimen zu verlängern anfängt (Fig. 120, rr'), an den letzten noch sehr jungen Verästungen, an den Wurzelfasern. Diese Verlängerungen vervielfachen die Oberfläche der Theile zu einer Zeit, wo sie wahrscheinlich, obgleich in einem geringeren Grade, mit den Extremitäten zur Einsaugung der sie umgebenden Flüssigkeiten mitwirkt. Dies sind diese epidermischen Haare, welche einige Schriftsteller Zasern oder Haarwurzeln genannt haben und es kann einige Verwirrung aus eben dieser Benennung entstehen, welche Organen gegeben wurde, wovon die einen einfach, die andern zusammengesetzt sind und sogar die ersten in ihrer Zusammensetzung zeigen.

§. 117. Die Gefäße, welche man in den Wurzeln bis ganz nahe an ihren Extremitäten antrifft, sind denen der Stämme ähnlich, mit Ausnahme der entrollbaren Luftgefäße, welche man in denselben nur ausnahmsweise und immer mit einiger Ungewißheit angezeigt hat.

Die Fasern sind in denselben auch die nämlichen.

Das Zellgewebe ist in der Regel ganz strotzend von Säften und oft beweist die Gegenwart des Satzmehles, das sich in großer Menge in ihren Höhlungen befindet, daß die Wurzel mit der Funktion,

die noch rohe, nährende Flüssigkeit einzusaugen, und fortzuleiten, oft noch eine andere verbindet, nämlich die, zur Niederlage für die ganz ausgebildete Nahrung zu dienen. In diesem Falle erlangt dieser Theil des Gewebes oft eine große Ausdehnung; und daraus entstehen Ausbauchungen entweder an einem gewissen Theile der Wurzel oder an der ganzen Wurzel. Bald wird der Körper oder die Pfahlwurzel selbst auf diese Weise dicker und das Maximum ihrer Dicke kann sich an der Grundfläche, wie z. B. bei der Möhre, oder gegen die Mitte hin, wie bei dem Rettige, zei-



123. 124. 125.

123. Wurzel einer Geraniumart (Pelargonium triste).
124. Wurzel vom rothen Steinbrech (Spiræa filipendula).
125. Orchiswurzel, wo nur zwei Büschel zu Knollen anschwellen, alle andere aber ihre cylindrische Gestalt behalten.

gen; bald schwellen in einer zusammengesetzten Wurzel alle Aeste oder bloß einige von Weite zu Weite und nach Art eines Rosenkranzes auf, wie z. B. (Fig. 123) an dem Pelargonium triste, oder bloß in einem Punkte, wie z. B. (Fig. 124) an dem rothen Steinbrech, oder in ihrer Gesammtheit, indem sie eine kugelartige, eiförmige oder länglichere Gestalt annehmen, wovon (Fig. 125) die Orchisarten die mannigfaltigen Modifikationen zeigen. Diese satzmehlhaltigen Ausbauchungen führen den Namen Knollen (Tuber) und die Wurzeln erhalten das Beiwort knollig.

Wir wollen jetzt einen Blick auf die Wurzeln in Beziehung auf die drei großen Pflanzenklassen werfen.

§. 118. **Wurzel dikotyledonischer Pflanzen.** — In dieser Klasse, und vorzüglich unter den Bäumen, findet man die Pfahlwurzeln, und häufig stellen ihre Verästungen ihrer Zahl, ihrer Dicke und ihrer Ausdehnung nach, die Verästungen des Stammes sehr genau vor. Manchmal geht die Pfahlwurzel nicht tief und erschöpft sich in der Nähe der Grundfläche, während die Aeste sich stark zur Seite hin entwickeln, gerade so wie bei vielen Stämmen. Trotz diesen oft vorkommenden Aehnlichkeiten ist aber doch das Verhältniß der Stämme und der Wurzeln sowohl der Gestalt als dem Umfange nach bei weitem kein constantes. Es gibt sehr voluminöse Wurzeln an ziemlich kleinen Pflanzen; aber auch sehr wenig entwickelte bei großen Bäumen und diese werden natürlicher Weise leicht entwurzelt.

Vergleicht man den inneren Bau des Stammes und der Wurzel eines dikotyledonischen Baumes, so sieht man, daß sich die zweite von dem ersten durch den Mangel an Mark und Markröhre unterscheidet. Das Holz, das demnach keine Luftgefäße hat, bildet also die Achse der Wurzel. Man hat vielleicht dieses Kennzeichen dadurch übertrieben, daß man es als absolut annahm, indem man voraussetzte, daß das

Mark immer vollständig bei seiner Röhre am Halse aufhöre. Dies ist wahr bei den meisten krautartigen Pflanzen, aber nicht bei allen Bäumen. Der Nußbaum und der Roßkastanienbaum z. B. setzen das sehr entwickelte Mark in eine ziemlich bedeutende Tiefe der Wurzel fort.

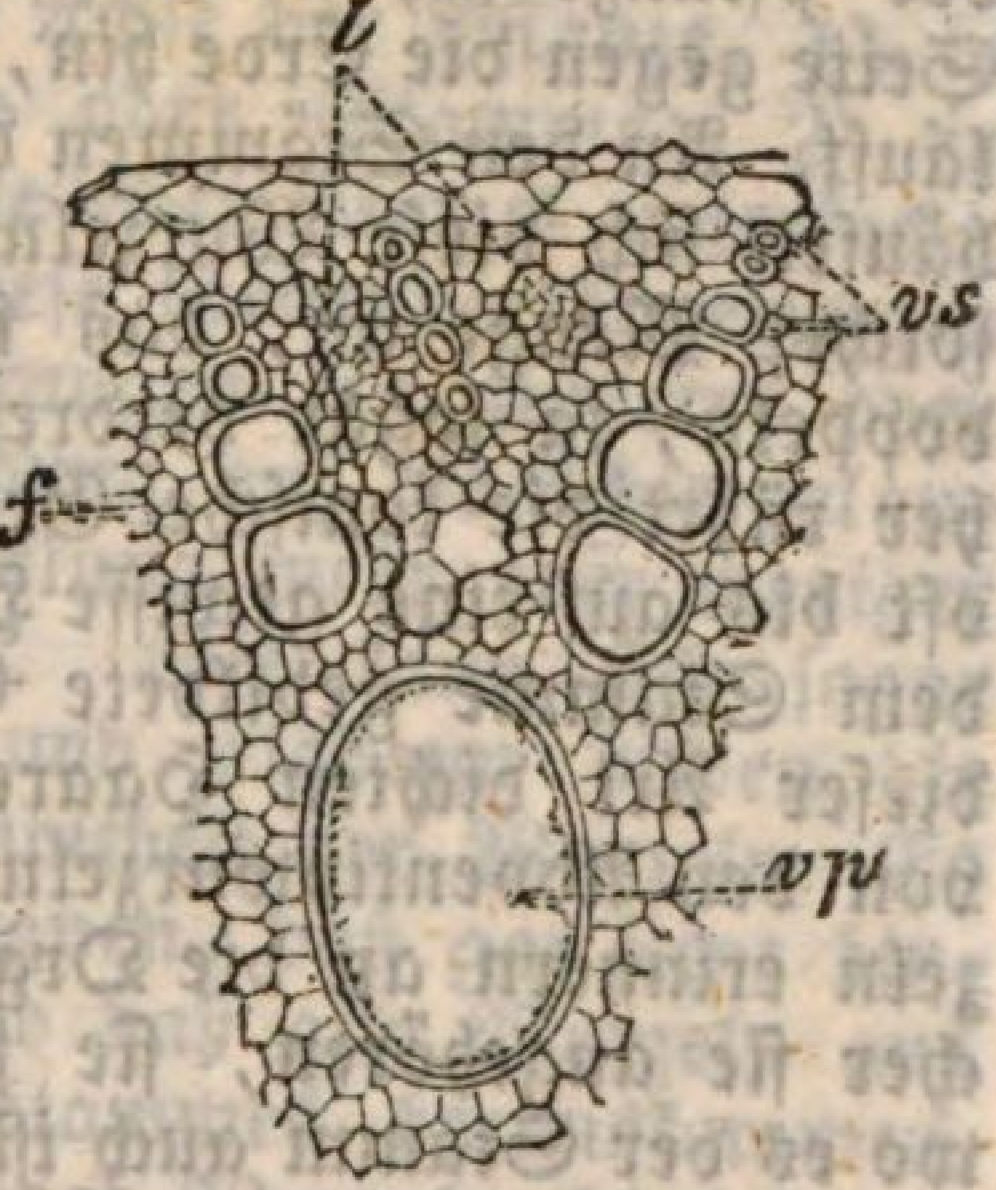
Die Wurzeln vergrößern sich übrigens in die Dicke, wie der Stamm, indem sie jedes Jahr einen Holz- und einen Rindengürtel bilden; ihre Vergrößerungsart in die Länge ist nicht ganz dieselbe. Bei den Stämmen und ihren Aesten wachsen die Triebe bis zu dem Augenblicke, wo sie sich zu verlängern aufhören, in ihrer ganzen Länge. Bei den Wurzeln geschieht es nur an ihren Extremitäten, wie wir vorhin angegeben haben. Diese Thatsache läßt sich leicht durch gewisse Zeichen beweisen, die man von Weite zu Weite an einem Stamm- und Wurzeltriebe macht; die Zeichen werden sich auf dem ersteren von einander entfernen; sie behalten aber die gleiche Entfernung auf dem zweiten, der über das letzte Zeichen hinaus die ganze Länge angibt, die er während des Versuches erlangt hat. Wenn wir den Mangel an Knospen als ein Kennzeichen angeben, welches auf eine deutliche Weise die Wurzeln von den Stämmen unterscheidet, so meinen wir nur die normalen Knospen, solche, welche in einer regelmäßigen und vorherbestimmten, gewöhnlich unmittelbar über den Blättern befindlichen Lage vorkommen. Wir werden aber sehen, daß sich hier und da auf dem Stamme, an Punkten, wo sich gewöhnlich keine entwickeln, und die sich in besondern, dieser Entwicklung günstigen Umständen befinden, solche erzeugt werden können. Solche Knospen, die man Adventivknospen nennt, zeigen sich nun auch bisweilen an den Wurzeln, besonders wenn sie sich in die gewöhnlichen Umstände des Stammes versetzt sehen. Die Möglichkeit einer gegenseitigen Erzeugung von Adventivknospen an den Wurzeln

und von Adventivwurzeln an den Stämmen ist eine wichtige Beziehung zwischen beiden.

Zum Schlusse der Vergleichung führen wir noch an, daß Anomalien in den Stämmen ganz genau in den Wurzeln wieder vorkommen. Man kann sich davon überzeugen, wenn man nur einen Blick auf die Wurzel der Mondsamengewächse, die in den Apotheken unter dem Namen Grieswurzel (pareira brava) bekannt ist, auf die der Kletterwinde wirft, die man unter dem Namen Turbith kennt, u. s. w.

§. 119. **Wurzel der monokotyledonischen Pflanzen.** — Sie ist in den meisten Fällen zusammengesetzt (Fig. 120, 122, 125) und ihre, obgleich bisweilen zertheilte Aeste, sind auch oft unzertheilt. Alle diese besondern Wurzeln, die durch ihre Gesammtheit die zusammengesetzte Wurzel bilden, erhalten sich nicht lange, wenn der Stamm fortdauernd ist, sondern sie sterben nach der Ordnung ab, wie sie entstanden sind, so daß sie immer mehr nach außen gehende Kreise bilden, weil die vom ersten Jahre sich ganz um das Würzelchen herum gebildet hatten, das die Fortsetzung der Achse selbst war. Die Luftwurzeln, welche bei den dikotyledonischen Pflanzen äußerst selten sind, kommen hier häufig vor. Man sieht, wie sie in größerer oder geringerer Höhe von dem Stamme ausgehen; bei vielen Palmbäumen werden sie in großer Menge an der Grundfläche des Stammes erzeugt, den sie ganz überziehen und auf diese Weise dazu beitragen, ihn dicker zu machen. Der innere Bau ist ganz der der Stämme. In den dicken Wurzeln findet man mehr oder weniger zahlreiche Büschel aus Fasern und Gefäßen, die im Parenchyme zerstreut, im Mittelpunkte seltener, vervielfältigter und gedrängter aber gegen die Peripherie hin sind und eine zellichte rindenartige Hülle, welche oft eine fasrige Schichte bedeckt. In den kleinen Wurzeln concentriren sich diese Büschel oder reduzi=

ren sich oft nur auf einen einzigen, welcher die von einem Zellengürtel umgebene Achse bildet. Ein Unterschied läßt sich jedoch bei Vertheilung der Elemente dieser Büschel im Vergleiche mit denen der Stämme wahrnehmen; ihre Gefäße, welche in einfache oft auch in ein V getheilte Reihen gruppirt sind (Fig. 126) und die in Beziehung auf die Achse der Wurzel eine strahlenförmige Richtung haben, nehmen von innen nach außen zu ab und sind um so kleiner (vs), aber auch um so früher, je weiter sie in der Reihe nach außen liegen; und um so größer (vp) obschon von einer beziehungsweise nicht so vorangeschrittenen Ausbildung, je mehr sie nach innen liegen, was das Gegentheil von der Anordnung und der Entwicklung der Gefäße in den Büscheln der Stämme zu sein scheint.



126.

§. 120. **Wurzel der akotyledonischen Pflanzen.** — Hier ist von keinem, durch das Keimen entwickelten Würzelchen die Rede. Wie wir schon mehrmals gesagt haben (§. 110, 111), so verrichten röhrige Zellenverlängerungen, welche nur denen der Epidermis bei den andern Wurzeln ähnlich sind, die Dienste desselben, und saugen die Nahrung für den jungen Stamm ein. Ist dieser einmal entwickelt, so

126. Büschel von dem Querschnitte der Wurzel eines Palmbaumes (Diplothemium maritimum), um die relative Lage der Gefäße unter sich und mit den andern Elementen zu zeigen. — *vp* große, punktirte, im Innern liegende Gefäße. — *vs* treppenförmige, mehr nach außen liegende und um so kleinere Gefäße, je entfernter sie von dem Mittelpunkte sind. — *f* faseriges oder aus verlängerten Zellen, welche die Gefäße begleiten, bestehendes Gewebe. — *l* Gruppe von Saftgefäßen, die nach innen weit, nach außen sehr eng sind.

treibt er Adventivwurzeln, die einzigen, die man an diesen Pflanzen bemerkt. Oft erzeugen sie sich an den Knoten entweder rings herum, wenn die Achse der Pflanze sich senkrecht erhebt, oder bloß auf der Seite gegen die Erde hin, wenn jene Achse horizontal läuft. An den Stämmen der baumartigen Farnkräuter häufen sich diese Wurzeln an dem untern Theile in solcher Menge an, daß sie die Dicke desselben verdoppeln, ja sogar verdreifachen (Fig. 117, ra), daher rührt die konische Gestalt, welche diese Stämme oft bis auf eine gewisse Höhe hin zeigen, wo der von dem Stamme gebildete Cylinder nackt und frei von dieser Art dichten Haares erscheint, welches unten von den Adventivwurzeln gebildet wurde: diese Wurzeln erinnern an die Organisation der Pflanze, welcher sie angehören, sie sind rein zellicht bei denen, wo es der Stamm auch ist, sie zeigen eine Verbindung der Gefäße mit den Zellen bei den akotyledonischen Pflanzen, wo wir sie gleichfalls für den Stamm angegeben haben. Sie erscheinen alsdann in Gestalt mehr oder weniger zerstreuter, einfacher oder ästiger Fädchen, bei welchen ein Faser- und Gefäßbüschel die Achse bildet, die mit einer Zellenschichte umgeben ist, welche von einer bräunlichen und schwärzlichen Hülle im Alter überzogen wird. Der Büschel nimmt oft die Gestalt einer tief gekehlten Säule mit spitzigen Winkeln an, und zeigt daher in seinem Horizontalschnitte einen kleinen, sehr regelmäßigen Stern. Seine Fasern und Gefäße sind von gleicher Natur mit denen des Stammes (§. 105). An mehreren Farnkräutern und Andornarten gehen diese Büschel, bevor sie als Adventivwurzeln aus dem Stamme kommen, in einer gewissen Länge durch das Parenchym und sogar bei gewissen veralteten Stämmen der Andorne, zwischen diesem Parenchyme und dem aus Fasern und Gefäßen bestehenden Centralbüschel hinab, die sich getrennt haben und einen leeren Raum zwischen sich lassen.

Blätter.

§. 121. Wir haben die Achse der Pflanze, 1) in ihrem aufsteigenden Theile oder Stamme; 2) in ihrem hinabsteigenden Theile oder Wurzel untersucht. Wir haben gesehen, daß diese Seitenverlängerungen treibt, daß diese Verlängerungen ein größeres oder kleineres Volumen in Beziehung auf die Achse erlangen, welche in ihrer Entwicklung mehr oder weniger schnell stehen bleiben kann. Sie kann sich sogar durchaus nicht entwickeln und alsdann bilden die Seitenerzeugnisse die Gesammtheit der Wurzeln. Es kann sich sogar alsdann ereignen, daß gar keine hinabsteigende Achse da ist, und daß alle Wurzeln aus dem unteren Theile des Stammes herauskommen. Diese stufenweise Abnahme der Wurzeln scheint mit der Pflanzenreihe im Verhältnisse zu stehen, weil wir die größte Entwicklung der Achse bei den dikotyledonischen Pflanzen gesehen haben, weil sie sich in Beziehung auf die Seitenwurzeln bei den monokotyledonischen Pflanzen kaum entwickelt, und bei den akotyledonischen gänzlich fehlt.

§. 122. Wir wollen jetzt zu den Seitenerzeugnissen des Stammes, zu den Blättern und zu den Knospen übergehen, und zuerst die Blätter an und für sich in ihrem Baue und in ihrer Gestalt, sodann in ihren gegenseitigen Beziehungen zu dem Stamme betrachten.

Allgemeiner Bau der Blätter.

Die Blätter sind diejenigen, gewöhnlich flachen und grünen Ausdehnungen, die aus dem Umfange des Stammes hervorkommen und welche Jedermann unter dieser ganz gewöhnlichen Gestalt kennt. Ihre Grundfläche ist das in der Regel dünne auslaufende Ende, durch welches sie mit dem Stamme in Ver-

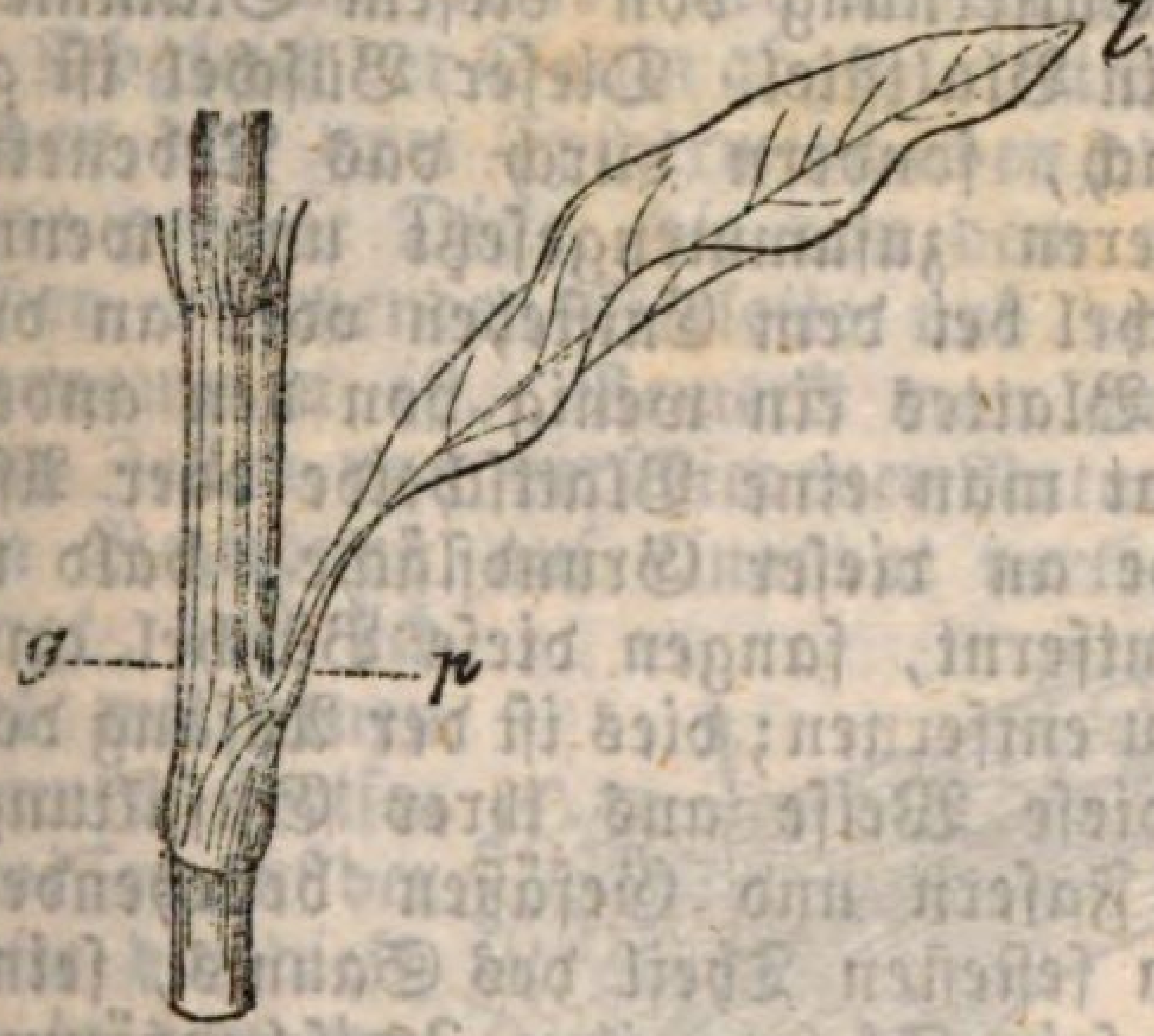
bindung stehen; ihre Spitze oder Gipfel ist das entgegengesetzte Ende.

Die Grundfläche zieht sich häufig in eine Art von Schwanz zusammen, bei welchem die Ausdehnung in die Länge die Ausdehnung in die Breite bei weitem übertrifft und das Aussehen von einer Art eines mehr oder minder schlanken Zweiges annimmt, dies nennt man den Blattstiel (petiolus).

Sehr häufig sieht man, wie sich dieser Blattstiel selbst an seinem untern Theile, durch welchen er mit dem Stamme zusammenhängt und ihn bisweilen in einem mehr oder minder großen Theile seiner Peripherie umfaßt, erweitert. Dies nennt man die Blattscheide (vagina), oft aber scheint diese Erweiterung sich theilweise oder ganz von dem Blattstiele loszumachen und bildet alsdann gewöhnlich auf jeder Seite ein kleines Anhängsel von mannigfaltiger Gestalt, das auch oft die eines kleinen Blattes annimmt; diese Anhängsel nennt man Nebenblätter oder Afterblätter (Stipulæ).

Das vollständige Blatt besteht demnach aus drei Theilen: 1) aus dem zum Saume gehörigen Theile, nämlich demjenigen, welcher die gewöhnlich abgeplattete Enderweiterung bildet, oder dem Saume (limbus); 2) aus dem Blattstieltheile; 3) aus dem Blattscheidetheile, der von der Scheide oder den Afterblättchen gebildet ist. Ein Blatt vom Knöterich (polygonum) (Fig. 127) stellt diese drei Theile ganz deutlich dar. Bei andern Pflanzen hat das Blatt nur zwei von diesen Theilen oder auch nur einen einzigen derselben. Da der Saum im Allgemeinen den ausgedehntesten, den sichtbarsten und den zuerst gebildeten Theil ausmacht, da er es ist, den man gewöhnlich unter dem Namen Blatt kennt und da in ihm die Verrichtungen vorgehen, welche dieses Grundorgan in dem Leben der Pflanze zu erfüllen berufen ist, so wird uns seine Untersuchung hauptsächlich be-

schäftigen. Wir werden denselben 1) an den Blättern, welche in der freien Luft, 2) an den Blättern, welche unter dem Wasser leben, untersuchen.



127.

§. 123. Blätter in der freien Luft. — Ihr Bau. — Im Verlaufe des ersten Jahres, in welchem sich der Stamm oder der Ast gebildet hat, zeigen sich die Blätter und entfalten sich um ihn herum. Man sieht sie zuerst in Gestalt kleiner Massen oder Platten, die einander sehr nahe gebracht und an einander gedrückt sind. So wie sich der Stamm verlängert, entfernen sie sich von einander und werden größer, indem sie stufenweise die Gestalt und die Dimensionen annehmen, die sie bestimmter Weise behalten sollen. Wenn sie dahin gekommen sind und in ihrem Innern untersucht werden, so sieht man, daß sie, wie der Stamm, aus den nämlichen Elementen, welche sich von dem einen in die andern fortzusetzen scheinen, aus den nämlichen Gefäßen, aus den nämlichen Fasern und Parenchym bestehen. Diese Ge-

127. Blatt von einem Knöterich (Polygonum hydropiper) mit einem Stück von dem Stamme, an dem es sitzt. — *l* Saum — *p* Blattstiel. — *g* Blattscheide oder Blattscheidentheil, der den Stamm umfaßt und sich oben in Wimpern endigt.

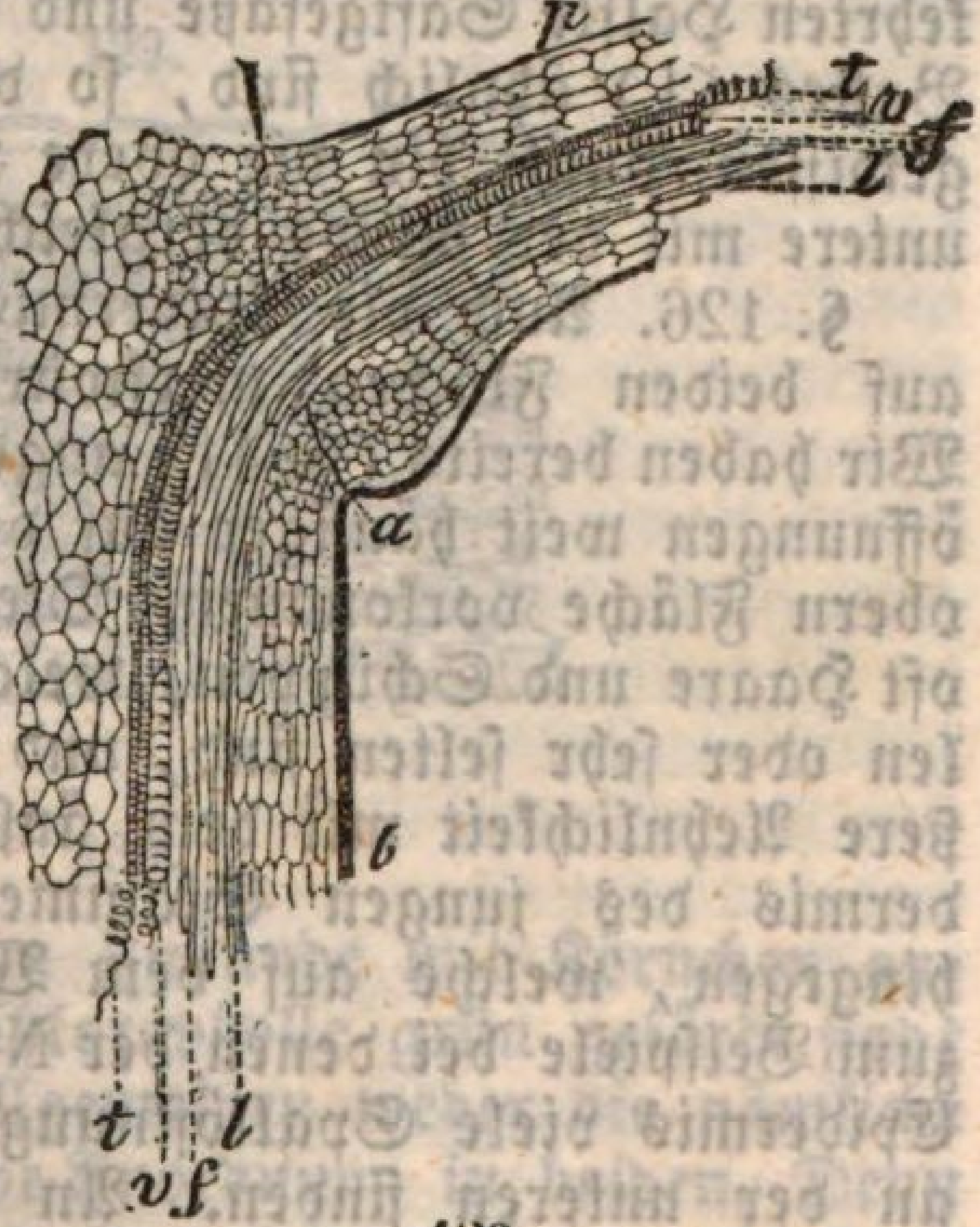
fäße und Fasern sind in dem Stamme selbst in einen Büschel vereinigt und behalten bisweilen eine längere oder kürzere Zeit diese Anordnung bei ihrer Ablösung und Entfernung von diesem Stamme: dies ist alsdann ein Blattstiel. Dieser Büschel ist gewöhnlich nicht einfach, sondern durch das Nebeneinandersein von mehreren zusammengesetzt und wenn sich die Seitenbüschel bei dem Entstehen oder an der Grundfläche des Blattes ein wenig von den andern entfernen, so hat man eine Blattscheide oder Afterblätter. Bald nahe an dieser Grundfläche, bald mehr oder weniger entfernt, fangen diese Büschel an, sich von einander zu entfernen; dies ist der Anfang des Saums, der auf diese Weise aus ihrer Entfaltung entsteht. Die aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel bilden den festesten Theil des Saums, sein Zimmerwerk oder sein Skelet; ihre Zwischenräume sind mit dem Parenchym angefüllt. Das Ganze ist von der Epidermis, einer Fortsetzung der Epidermis des Stammes, umgeben.

§. 124. Der Saum, den eine abgeplattete Ausdehnung bildet, hat nothwendig zwei Flächen (paginae) und zwei Ränder (margines), die sich bei ihrem Ausgange von der Grundfläche an seiner Spitze vereinigen. Bei der größeren Anzahl von Pflanzen fast bei allen denen, die in unseren Ländern wachsen,* steht ihre Ebene senkrecht, oder häufiger noch etwas

* Der Anblick der Bäume und der Wälder in Neuholland hatte durch den sonderbaren Eindruck, den die Vertheilung der Schatten und des Lichtes auf das Auge machte, die ersten Reisenden, welche sie sahen, befremdet, und man verwunderte sich über diese ungewohnte Erscheinung lange, bevor man die Ursache derselben einsah. Als R. Brown dieses Land besuchte, konnte er sich diese wunderliche Beleuchtung leicht erklären, indem er nachwies, daß bei den meisten dieser Bäume, anstatt daß ihre Blätter eine Lage wie die andern haben, diese eine umgekehrte Richtung annehmen, so daß das Licht auf diese Weise zwischen senkrechten Flächen durchfährt, anstatt auf horizontale zu fallen. Bei einer gewissen Anzahl von Pflanzenarten sind es wirkliche Blätter, bei andern aber bloße Blattstielblätter. (Man sehe §. 141.)

schief in Beziehung auf den Stamm, so daß sie eine obere, oder nach oben sehende, und eine untere oder nach unten sehende Fläche darstellt, und daß ihre beiden Ränder der eine rechts, der andere links liegen.

§. 125. Obgleich der Saum abgeplattet ist, so hat er doch zwischen den zwei Epidermisflächen, die ihn bedecken, eine gewisse Dicke, die von dem aus Fasern und Gefäßen bestehenden Skelette und dem Parenchym eingenommen ist. Bemerkt man an denselben Gefäße und Zellen von verschiedener Natur, und wie sind sie in Beziehung auf einander vertheilt? Wir haben gesagt, daß sich die Büschel mit denen des Stammes fortsetzen; wir wissen auf der andern Seite, daß diese, sei es nun in den monokotyledonischen oder dikotyledonischen Stämmen inwendig aus entrollbaren Luftgefäßen (Fig. 128 b); mehr nach außen aus ringförmigen, gestreiften oder punktirten Gefäßen von einer andern Ordnung (v) mit Holzfasern (f); ganz außen aus Saftgefäßen und Rinden-



128.

128. Weg eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschels eines Astes *b* in einen Blattstiel *p*. Man sieht, daß die in dem ersteren vertikal gerichteten Elemente eine horizontale Richtung in dem zweiten annehmen, und trotz dieser Veränderung die nämlichen Verhältnisse unter sich behalten. Man sieht auch, wie sie sich so wie das Zellgewebe modificiren, das sie bei ihrem Uebergange von einem Organe in das andere umgibt, woraus die Abgliederung *a* zwischen diesen beiden Organen entspringt. — *t* Luftgefäße. — *v* Spiralgefäße von einer andern Ordnung; sie sind hier ringförmig. — *f* Holzfasern. — *l* Rindenfasern oder Bast.

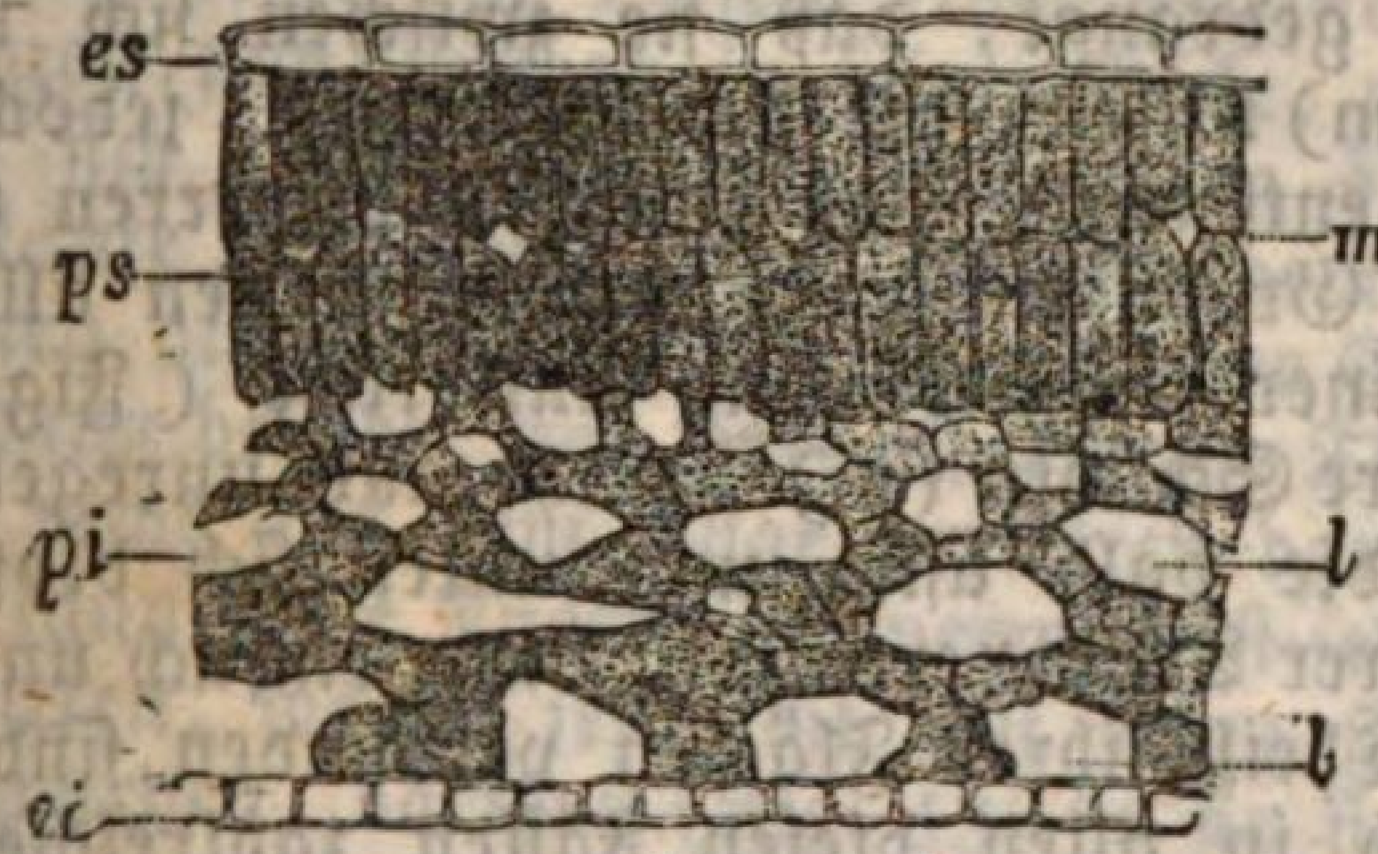
fasern (l) bestehen. Die Verhältnisse dieser constituirenden Theile bleiben in dem Blatte (Fig. 128). Dadurch, daß der senkrechte Büschel des Stammes in dem Blatte schief oder horizontal wurde, muß er den Theil nach oben kehren, welcher vorher einwärts, und nach unten denjenigen, welcher vorher auswärts sah. Nun zeigt ein aus Fasern und Gefäßen bestehender Büschel des Blattes in seiner nach der obern Fläche gekehrten Hälfte zuerst Luftgefäße (t), sodann von Fasern begleitete Gefäße (f) von einer andern Ordnung (v); in seiner nach der untern Fläche gekehrten Hälfte Saftgefäße und Fasern, die denen des Bastes (l) ähnlich sind, so daß man bis auf einen gewissen Punkt hin die obere mit dem Holze und die untere mit der Rinde vergleichen könnte.

§. 126. Auch die Epidermis zeigt im Allgemeinen auf beiden Flächen merkwürdige Verschiedenheiten. Wir haben bereits (§. 41) angegeben, daß die Spaltöffnungen weit häufiger auf der untern, als auf der obern Fläche vorkommen. Die Erstere zeigt überdies oft Haare und Schuppen, welche auf der oberen fehlen oder sehr selten sind, und dadurch auch eine größere Aehnlichkeit mit dem äußeren Ansehen der Epidermis des jungen Stammes. Bei den Blättern hingegen, welche auf dem Wasser schwimmen, wie zum Beispiele bei denen der Nymphaea, hat die obere Epidermis viele Spaltöffnungen, während sich keine an der unteren finden. An allen Blättern werden die Spaltöffnungen nur an dem Theile bemerkt, welcher dem Zellgewebe entspricht, und fehlen an dem Theile, welcher den aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büscheln entspricht.

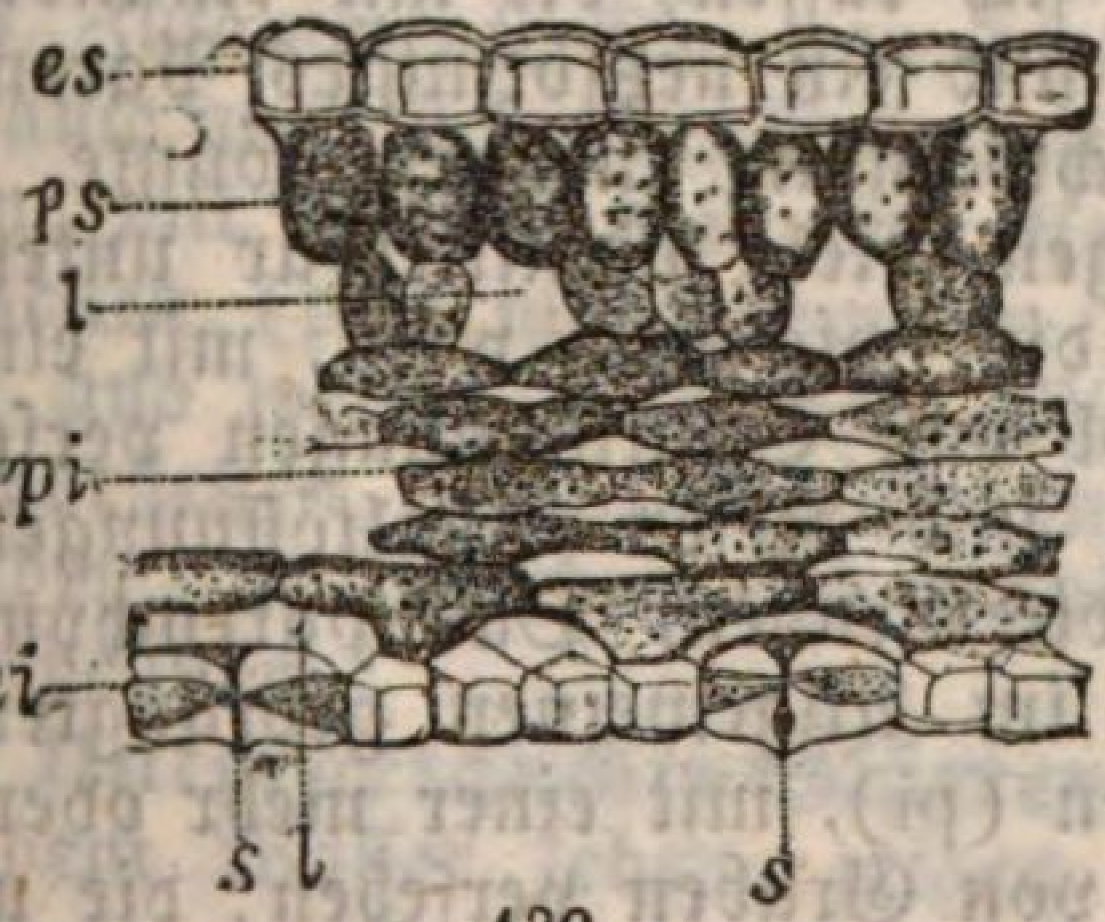
§. 127. Was das Parenchym anbetrifft, so verdient es als Sitz der speciellen Verrichtungen des Blattes eine besondere Untersuchung.

Gewöhnlich kann man bei den Blättern, welche sehr dünn und abgeplattet sind (Fig. 129 und 130),

zwei Regionen oder Schichten dieses Parenchyms, eine obere und eine untere, unterscheiden. In beiden sind



129.



130.

die Zellen im normalen Zustande mit Körnchen angefüllt, die von dem Chlorophylle grün gefärbt sind; sie haben aber im Allgemeinen weder die nämliche Gestalt noch die nämliche Anordnung in beiden. Denn in der obern Schichte (ps) unter der Epidermis (es) findet man eine, zwei bis drei Reihen länglicher Zellen, die weit enger als die der Epidermis selber, und

129. Dünner Vertikalschnitt eines Lilienblattes unter einer starken Vergrößerung betrachtet — *es* Epidermis der oberen Fläche. — *ei* Epidermis der untern Fläche. — *ps* Parenchym der obern Schichte. — *pi* Parenchym der untern Schichte. — *m* Gänge. — *ll* Gruben.

130. Aehnlicher Schnitt eines Balsaminenblattes. — Die nämlichen Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur. — *ss* Spaltöffnungen.

an ihren beiden Enden stumpf sind: sie stehen senkrecht auf der Oberfläche des Blattes und sind so an einander gedrängt, daß sie zwischen sich nur enge Gänge (m) lassen, die sich bisweilen, jedoch so von einander entfernen, daß zwischen mehreren unter ihnen eine Grube entsteht, welche in den allermeisten Fällen einer Spaltöffnung entspricht (Fig. 83 s). Die untere Schichte (pi) besteht aus unregelmäßigen Zellen, die bald ästig und unter sich bloß an den Enden ihrer Aeste vereinigt, bald einfach und an dem größten Theile ihrer Flächen verbunden sind, welche aber doch in allen diesen Fällen zahlreiche Gruben (l) zwischen sich lassen, die mit einander in Verbindung stehen und ein netzförmiges Parenchym bilden, das man schwammig nennen könnte. Von diesen Gruben liegen viele unmittelbar unter der untern Epidermis, die, wie man weiß, mit einer weit größeren Anzahl von Spaltöffnungen versehen ist, als die andern, und diesen Spaltöffnungen entsprechen ganz genau die Gruben. Das Parenchym dieser Blätter ist also im Allgemeinen gedrängter oben (ps), lockerer unten (pi), mit einer mehr oder minder großen Anzahl von Gruben versehen, die unter sich entweder unmittelbar oder durch Gänge und auswärts durch die Oeffnungen der Spaltöffnungen in Verbindung stehen.

Seine Anlage ist nicht ganz dieselbe in den dicken Blättern der Pflanzen, die man gewöhnlich mit dem Namen der Fettpflanzen bezeichnet, deren sehr große Zellen wenige Zwischenräume zwischen sich lassen und nur wenige grüne Kügelchen, vorzüglich gegen den Mittelpunkt hin, enthalten, wo ihre weißliche Anhäufung eine Art Mark bildet.

Es ist nicht nöthig, sich hier über die mannigfaltigen Modifikationen auszulassen, welche dieses Parenchym der Blätter nach der Pflanze, an welcher man dasselbe beobachtet, nach der Stelle, welche das

beobachtete Blatt an derselben einnimmt, und sogar eines und desselben Blattes in verschiedenen Altern zeigen kann. Aber das Dasein einer gewissen Anzahl von Gängen und Gruben in seiner Dicke, wovon die äußersten sich unter den Spaltöffnungen öffnen und das constante Verhältniß, das zwischen dem häufigen Vorkommen dieser leeren Räume und der Stärke der Grünfärbung besteht, sind zwei allgemeine Thatsachen, die man nicht aus dem Auge verlieren darf.

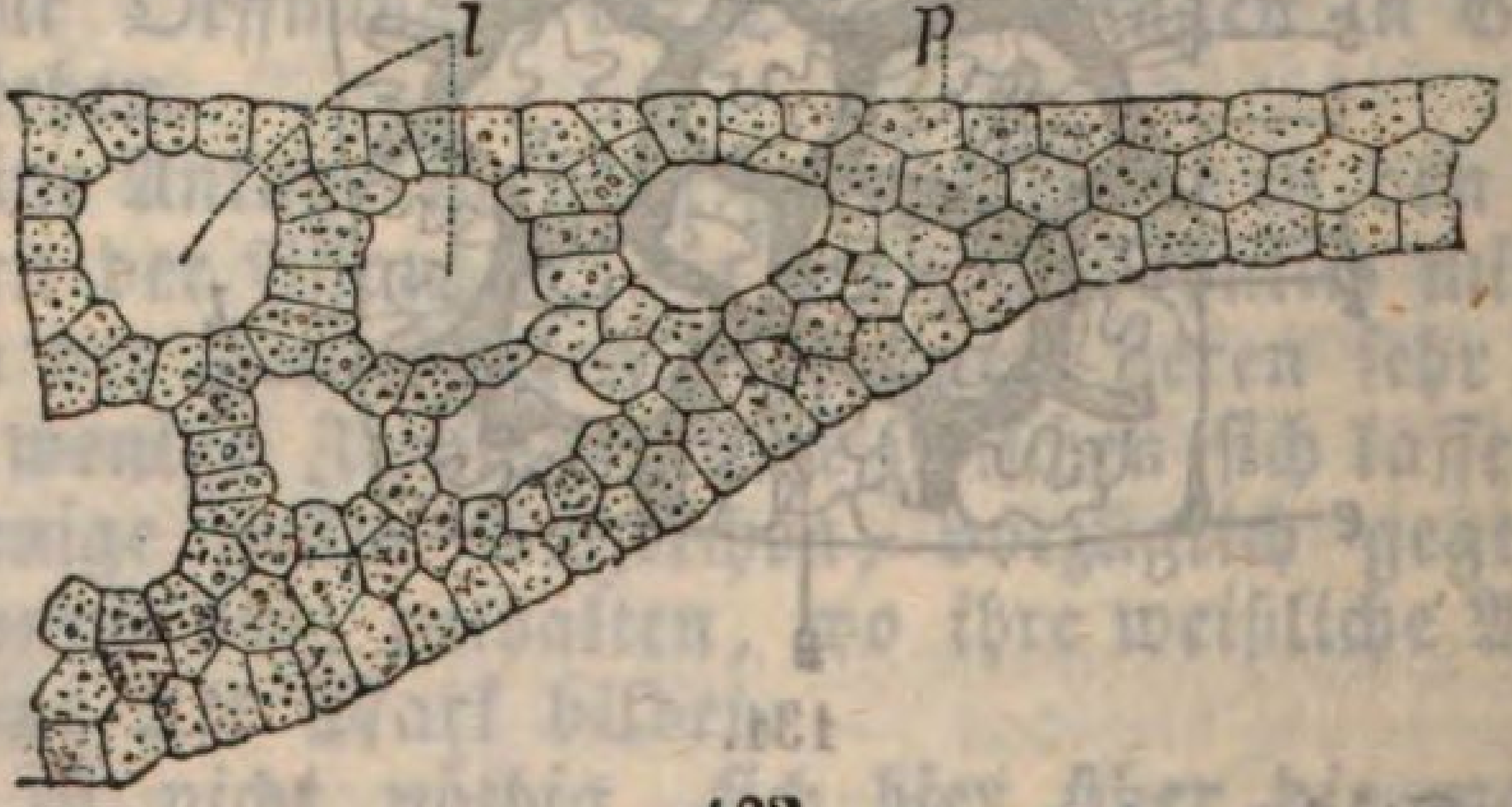
Man kann diese Anordnung vermittelst sehr dünner Blattschnitten, welche senkrecht auf seine Oberfläche gemacht wurden, darthun (Fig. 130); sie sind belehrend, besonders wenn sie einige Spaltöffnungen enthalten. Das Zusammentreffen von diesen mit den Gruben kann auch an Stücken der Epidermis (Fig. 131) studirt werden, mit welcher man eine kleine Schichte der grünen Zellen (pp) weggenommen hat, welche ihr anhängen und welche unter dem Mikroskope ein grünes Netz vorstellen, dessen Maschen farblose Feldchen umschreiben, in welchen sich gewöhnlich eine Spaltöffnung befindet.

§. 127 bis. **Untergetauchte Blätter.** — Blätter, welche unter dem Wasser leben, zeigen einen ganz

131.

131. Stück von der untern Epidermis *e* von dem Blatte der Balsamine, auf welcher das von der untern Schichte des Parenchyms *p* gebildete Netz liegt. Die Feldchen dieses Netzes sind eben so viele Gruben *l*, die oft Spaltöffnungen *s* entsprechen.

verschiedenen Bau. Sie haben keine Epidermis und demnach keine Spaltöffnungen. Das aus Fasern und Gefäßen bestehende Gerippe fehlt gleichfalls, und wenn man es bisweilen äußerlich zu bemerken glaubte, so zeigt eine aufmerksame Untersuchung mit hinlänglicher Vergrößerung gestreckte Zellen, wo man zuvor nach der Analogie Gefäße finden zu müssen glaubte. Aus dem Parenchyme allein besteht also das Blatt; seine Zellen aber, die im Allgemeinen nur eine Dicke von zwei bis drei Reihen haben, wovon demnach die meisten in unmittelbarer Berührung mit der sie umgebenden Flüssigkeit stehen, sind gewöhnlich regelmäßig, innig mit einander verwachsen, ohne zu Gängen verlängerte oder in Gruben erweiterte Zwischenräume, enthalten jedoch alle in ihrer Höhlung grüne Körnchen (Fig. 132, p). Zwar findet man in denjenigen von diesen Blättern, welche dicker sind, bisweilen Gruben (Fig. 132, l); sie haben aber alsdann, da sie ihrer Gestalt und ihrer Anordnung nach sehr regelmäßig sind, keine Beziehung zu beiden und auch nicht nach außen, und sind durch ihre Wand von umgebenden Zellen geschlossen. Sie scheinen dazu bestimmt zu sein, die specifische Schwere des Blattes zu vermindern und dasselbe auf diese Weise auf dem



132.

132. Senkrechter Schnitt auf die Oberfläche eines kleinen Theiles von einem untergetauchten Blatte des Polamogeton perfoliatum. — *p* Parenchym. — *l* Gruben.

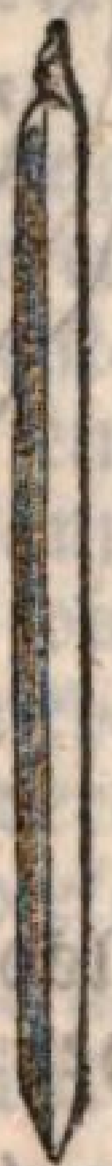
Wasser zu halten, indem sie dadurch eine der Schwimmblase der Fische ähnliche Rolle spielen.

Man kann die Beobachtung anstellen, daß diese Blätter, wenn sie aus dem Wasser genommen werden, vertrocknen, runzlig und sehr schnell entstellt werden, was sich durch die Abwesenheit einer Epidermis, welche die Verdunstung der in dem Parenchyme enthaltenen Flüssigkeiten aufhält, und eines festen Gerippes, wodurch jenes erhalten wird, erklären läßt.

Allgemeine Gestalt der Blätter.

§. 128. Wir haben so eben gesehen, daß die Blätter aus Parenchym und Büscheln bestehen, die entweder aus Gefäßen und Fasern, oder in Wasser- oder niederern Pflanzen aus gestreckten und schlanken Zellen gebildet sind. Diese Büschel, die man gewöhnlich äußerlich besonders an der untern Fläche des Saums wahrnimmt, wo sie oft hervorragen, haben den Namen Nerven (nervi), und ihre Anordnung den der Benervung (nervatio) erhalten. Von ihr und von der Ausdehnung, in welcher die Räume zwischen den Nerven mit dem Parenchyme ausgefüllt sind, hängt die allgemeine Gestalt des Blattes ab. Die zu Bildung der Nerven bestimmten Bündel können längere oder kürzere Zeit vereinigt bleiben und sich sodann durch eine Art von Entfaltung von einander entfernen, und wir wissen, daß sich alsdann der Unterschied zwischen Blattstiel und Saum begründet.

§. 129. Später werden wir uns mit dem Ersteren beschäftigen, und berühren für jetzt nur den Fall, wo der Büschel sich ohne Zertheilung endigt, und das ganze Blatt demnach die Gestalt eines Blattstieles behält. Endigt es sich in eine Spitze,

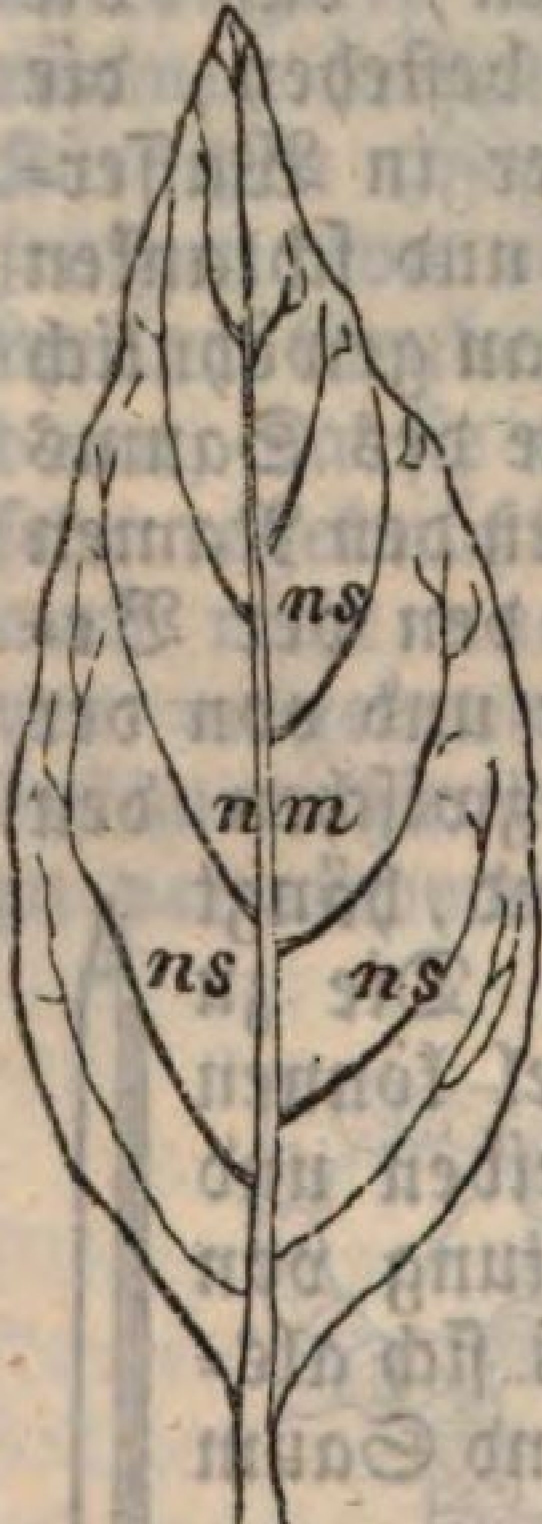

133.

133. Tannenblatt, oberhalb gesehen.

so erinnert man sich an eine Nadelspitze, und daher wird es auch **Nadelblatt** (folium acerosum) genannt; dies sieht man an vielen immergrünen Bäumen, Fichten, Tannen u. s. w. (Fig. 133).

§. 130. Gewöhnlich trennt sich aber dieser Büschel in mehrere und diese secundären Büschel können sich entweder so von einander entfernen, daß sie in der nämlichen Ebene bleiben, in welchem Falle das ebene Blatt nur Dimensionen in Länge und Breite hat, oder daß sie ihre Richtung nach verschiedenen Ebenen nehmen, in welchem Falle das dicke Blatt drei Dimensionen bekommt.

§. 131. In dem ersten Falle können alle Nerven bei ihrer Absonderung eine Richtung nach einer andern Ebene, als die des Blattstiels ist, nehmen, und somit einen Winkel mit ihr bilden, oder auch, was der gewöhnlichste Fall ist, in der Ebene des Blattstiels selbst bleiben. Alsdann theilt sich der Büschel in mehrere, fast gleiche, welche bei ihrer Entfernung von einander fast wie die Finger der ausgespreizten Hand fortlaufen; daher hat man diese Benervung **handförmig** (palmata) genannt, und das Blatt ist alsdann **handnervig**; bald setzt er sich in der Richtung des Blattstiels bis gegen die Spitze des Saumes fort und treibt rechts und links Nebenbüschel, die in Beziehung auf ihn wie die Fahne einer Feder zum Kiele stehen; daher hat man diese Benervung **gefiedert** (pinnata) genannt, und das Blatt ist alsdann fiedernervig. Der dicke Nerve (*nm*), welcher den Blattstiel fortsetzt, wird **Mittelnerve** oder



134.

134. Blatt der Belladonna. — *p* Blattstiel. — *nm* Mittelrippe. — *ns ns* Nebenrippen.

auch Blattrippe genannt. Die Seitenrippen (*ns ns*), welche unter einem mehr oder minder spitzigen Winkel aus demselben hervorkommen, heißen Nebenrippen.

Was den Fall anbetrifft, wo die Nebenbündel alle auf einer und derselben Ebene divergiren, indem sie die Ebene des Blattstiels an seiner Spitze verlassen, und beinahe wie die Speichen eines Rades in Beziehung auf seine Achse geordnet sind, wird die Benervung schildförmig (besser schildstielig) (peltata) und das Blatt schildnervig genannt (Fig. 135).

135.

Bei den fiedernervigen Blättern können die Nebennerven von dem Mittelnerven unter allen Winkeln von dem rechten bis zum spitzigsten ausgehen; sie können ganz gleich, und kurz oder lang sein; sie können auch auf verschiedene Arten ungleich sein, indem sie entweder von unten am Blatte nach oben hin abnehmen oder im Gegentheile zunehmen, oder bis zu einer gewissen Höhe hin wachsen und sodann abnehmen, und ihr Maximum in der Mitte des Blattes oder auch ober- oder unterhalb derselben zeigen.

§. 132. Wenn die Nerven bei ihrer Entfernung zu Bildung des Saums ihre Richtung nach mehreren verschiedenen Ebenen nehmen, so entsteht daraus entweder eine um sich selbst gedrehte Fläche oder ein dicker und voller Körper. Zu dem ersteren Falle kann man unter andern die röhrige Gestalt, das heißt die einer cylindrischen Röhre, wie zum Beispiele in mehreren Knoblaucharten, sowie auch einige andere sonderbare und ziemlich seltene Formen, zum Beispiele einer Tute oder Kaputze, eines Schlauchs, einer Urne u. s. w., rechnen. So entstellt heißt man die Blätter

135. Blatt des Nabelkrautes (Hydrocotyle vulgaris).

bisweilen blattschlauchig. In dem zweiten Falle, welcher stattfindet, wenn das Parenchym den Zwischenraum der nach mehreren Ebenen divergirenden Nerven ausfüllt, zeigt das Blatt einen Körper, der von einer krummen oder mehreren ebenen Flächen, die bei ihrer Vereinigung Ecken oder Kanten bilden, oder durch eine Verbindung beider begränzt ist. Dieser Körper ist bisweilen so regelmäßig, daß er vermittelst der Namen, welche die Geometrie den Körpern gibt, erkannt werden kann, wie zum Beispiele Pyramide, Prisma, Cylinder, Konus; manchmal kann man wegen Mangel an Regelmäßigkeit ihnen keine strenge Benennung gegeben, und man bezeichnet sie daher auf eine passendere Weise mit Namen, die von allgemein bekannten Dingen entlehnt sind, wie zum Beispiele einem Schwerte, einem Säbel, einer Zunge, einem Höcker u. s. w., wovon man alsdann die Beiwörter schwertförmig, säbelförmig, zungenförmig, höckerig u. s. w. ableitet.

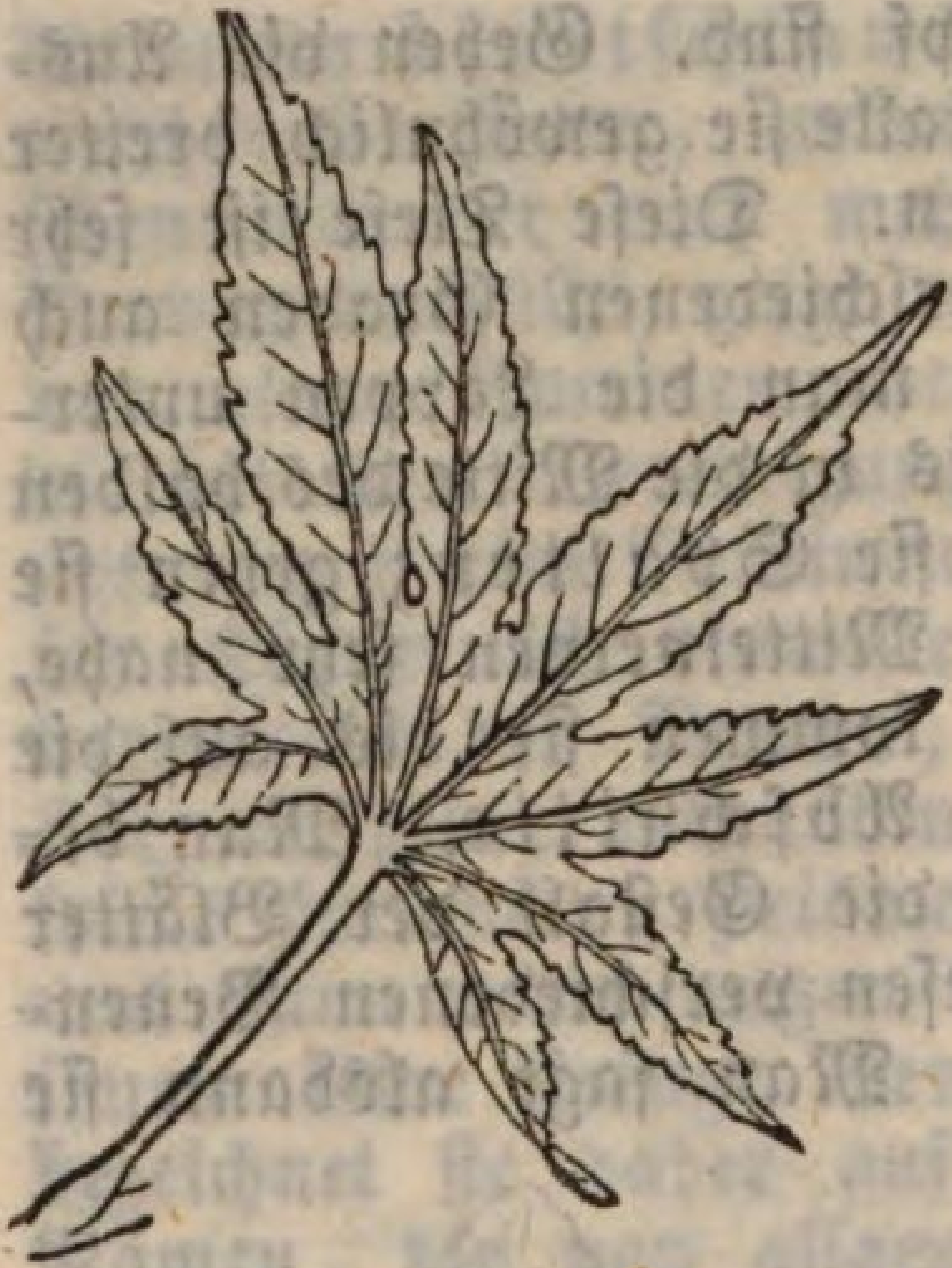
§. 133. Wir wollen jetzt zum abgeplatteten Saume zurückkehren und die Vertheilung des Parenchyms in Beziehung auf die Nerven untersuchen. Es kann ihre Zwischenräume vollständig so ausfüllen, daß die Linie, welche durch die Endpunkte der längsten Nerven geht und die Blattränder bildet, stetig ist: man sagt alsdann das Blatt sei ganz (folium integrum). Oft bleibt das Parenchym vor der Endigung der Rippen stehen, alsdann ist das Blatt ausgeschnitten und sein Rand aus einer Reihe gebrochener Linien gebildet. Diese Ausschnitte haben, je nachdem das Parenchym mehr oder weniger nahe bei dem Mittelnerven anhält und der Rand auf diese Weise eine Abwechslung von mehr oder weniger tiefen aus- und einspringenden Winkeln bildet, verschiedene Namen erhalten. Sind diese Vorsprünge sehr kurz, so heißen sie Zähne und sägenartig gezähnt, in dem Falle, wo sie sehr spitzig sind (Fig. 142); Kerben heißen sie in

dem Falle, wenn sie stumpf sind. Gehen die Ausschnitte tiefer, in welchem Falle sie gewöhnlich breiter sind, so heißen sie Lappen. Diese Tiefe ist sehr verschieden und mit den verschiedenen Graden auch die Namen, durch welche man die Lappen unterscheidet. Wenn sie nicht bis in die Mitte des halben Saumes reichen, so heißen sie Spalten; gehen sie weiter und kommen sie den Mittelnerven sehr nahe, so sind es Theilungen, kommen sie bis auf die Nerven selbst, so heißen sie Abschnitte. Man bezeichnet natürlicher Weise die Gestalt der Blätter durch Beiwörter, die von diesen verschiedenen Benennungen abgeleitet werden. Man sagt alsdann sie

136.

137.

136. Eichenblatt.
137. Baldrianblatt (*Valeriana dioica*).



138.

139.

seien gezahnt, sägezähnig, gekerbt, gespalten, getheilt, geschnitten (folia dentata, serrato-dentata (Fig. 138), crenata, fida (Fig. 136), partita (Fig. 138), secta (Fig. 139), nach der Tiefe, der Gestalt und der Größe der Ausschnitte. Gewöhnlich werden aber diese Wörter nicht allein angewandt; sie machen einen Theil von einem andern zusammengesetzten Worte aus und zeigen dadurch mehrere Modifikationen auf einmal an; wenn man z. B. sagt, daß ein Blatt dreispaltig, oder fünfspaltig oder vielspaltig oder handspaltig oder fiederspaltig sei (Fig. 136), so begreift man sogleich, daß sein Rand bis auf eine gewisse Tiefe, die nicht bis auf die Hälfte desselben geht, in drei, fünf, viele Lappen ausgeschnitten sei, die wie die handförmigen oder gefiederten Nerven geordnet sind. Setzt man anstatt der Endung spaltig die Endung theilig (folia multipartita, palmatipartita (Fig. 138) pinnatipartita), so begreift man sogleich, daß die Aus-

138. Ricinusblatt (**Ricinus communis**).
139. Blatt von der gemeinen Erdbeerstande.

schnitte über die Hälfte des Halbsaumes hinaus gehen, und setzt man statt der Endung **theilig**, die Endung **schnittig** (palmatisecta (Fig. 139) pinnatisecta u. s. w.), daß die Ausschnitte bis zum Mittelnerven gehen und daß jeder Lappen nur durch diesen mit den benachbarten Lappen jedoch immer mit der Modifikation, welche der Anfang des Wortes angibt, zusammenhängt.

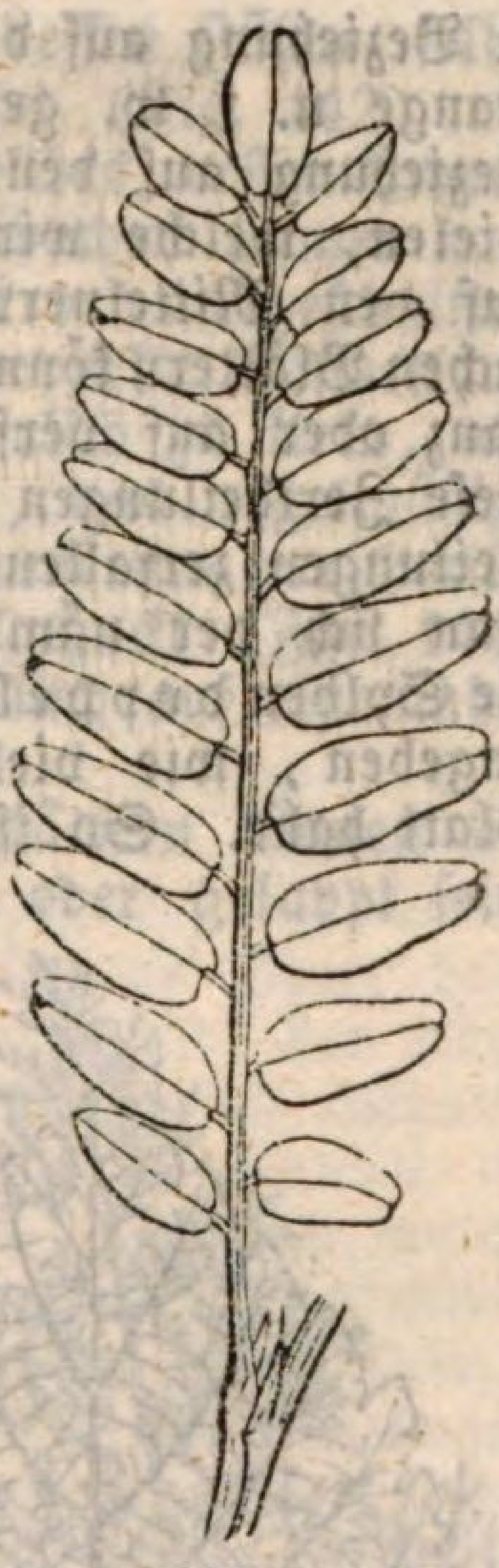
§. 134. Bei allen Blättern, von denen wir bisher gesprochen haben, sucht immer das zwischen den Nebennerven liegende Parenchym, bei seiner Entfernung von dem Mittelnerven oder der Achse des Blattes, zu verschwinden, so daß das von dem Saume gebildete und gegen den Rand hin unterbrochene Blatt weiter nach innen ein stetiges Ganzes ausmacht. Doch gibt es einen letzten Grad von Ausschnitt, wo diese Stetigkeit nur noch vermittelst des Mittelnerven stattfindet; indessen hängt jeder Abschnitt noch an diesem Nerven in einer ziemlich großen Ausdehnung und zeigt oft an seiner Grundfläche sein Maximum an Breite.

Es kann aber noch eine andere Anordnung stattfinden, daß er nämlich an dem Mittelnerven nur durch den Nebenbüschel hängt, der sich von jenem losmacht, um diesen zu bilden und daß die Entfaltung dieses Büschels und die Dazwischenkunft des Parenchyms nur in einer gewissen Entfernung von dem Nerven stattfinden. In diesem Falle verhält sich alsdann der Nebenbüschel in Beziehung auf den Mittelnerven, wie sich der Blattstiel in Beziehung auf den Ast verhält, aus dem er entspringt. Dieser Nerve sieht dann ganz wie ein Ast aus und die Abschnitte wie eben so viele kleine, von einander unabhängige Blätter. Man sieht aber doch noch, daß es einziges Blatt ist, weil alle jene Abschnitte, aus denen dasselbe besteht, immer in der nämlichen Ebene liegen, und weil es bei seinem Losmachen vom Stamme aus einem einzigen Stücke besteht. Das Blatt heißt

alsdann **zusammengesetzt**, sein Mittelnerve **Spindel** oder **gemeinschaftlicher Blattstiel**; seine Abschnitte werden **Theilblätter** genannt, und wann der Mittelbündel eines jeden von ihnen einige Zeitlang an der Grundfläche unzertheilt bleibt, so heißt dieser Theil **Blattstielchen**. Der Name **zusammengesetzt** ist dem des **einfachen** Blattes entgegengesetzt, unter welchem man dasjenige versteht, von dem wir vorher gesprochen haben und dessen Theile alle ununterbrochen oder stetig sind.

Wenn man das Entstehen des zusammengesetzten Blattes kennt, so weiß man auch gleich anfangs, daß es Modifikationen zeigen könne, die denjenigen ganz ähnlich sind, welche wir bei dem einfachen Blatte angegeben haben und welche von seiner handförmigen oder gefiederten Benervung abhängen. Diesen Theilblätterchen gibt man nun diese Beiwörter; so sind zum Beispiele die des Roßkastanienbaumes (Fig. 140) handförmig, die von unserer Akacie (Fig. 141) gefiedert. Wenn man dem Blatte den Namen **gefiedert** (pinatum) allein gibt, so bezeichnet man diese letztere Gestalt damit. Bei den zusammengesetzten Wörtern, durch welche man die verschiedenen Modifikationen dieser Blätter anzeigt, wendet man die Endung **blättrig** (eigentlich theilblättrig) an, man sagt ein zweiblättriges, dreiblättriges, vielblättriges Blatt (Fig. 141), nach der Zahl der Theilblätter, welche die Theile desselben ausmachen. Oft entstehen sie paarweise, je eines auf jeder Seite des Blattes (Fig. 148) und dies nennt man **Fiederpaar** oder **Blättchenpaar** (jugum), woraus man die Beiwörter zweipaarig, dreipaarig, vielpaarig nach der Zahl der Paare abgeleitet hat. Man sagt, das Blatt sei **abgebrochen gefiedert** (abrupte pinnatum) oder **ungleichpaarig gefiedert** (impari-pinnatum), je nachdem es bloß aus einem oder mehreren Nebenpaaren (Fig. 146) besteht oder (Fig. 141) das Ende des Mittelnerven oder der

140.



141.

Spindel in ein einziges Theilblättchen ausläuft, das man das Endblättchen nennt.

§. 135. Wir haben bisher nur von dem Mittelnerven und den Nebennerven gesprochen. Bei einer gewissen Anzahl von Pflanzen geht auch die Theilung nicht weiter; bei einer noch größeren Anzahl aber theilen sich die Nebennerven wieder und man bekommt auf diese Weise eine Reihe von immer kleineren, von immer zahlreicheren Unterabtheilungen. Was wir also in Beziehung auf die Nebennerven gesagt haben, kann

140. Blatt von der Roßkastanie (Aesculus hippocastanum).
141. Blatt von der Robinia pseudoacacia, gewöhnlich Akacie.

in Beziehung auf die Nerven vom 3ten, 4ten, 5ten Range u. s. w. gesagt werden, und jeder kann in Beziehung auf den, woraus er entsteht, die Rolle spielen, welche wir die Nebennerven in Beziehung auf den Mittelnerven spielen sehen. Bei den einfachen Blättern können also die Lappen ihrerseits selbst ganz oder auf verschiedene Weise zertheilt sein und diese Zertheilungen selbst können wieder in Unterabtheilungen zerfallen. Um dies zu bezeichnen, bedient man sich der nämlichen Beiwörter und setzt ihnen die Sylben doppelt oder drei vor, welche die Zahl angeben, wie viele Unterabtheilungen ein solches Blatt habe. So ist zum Beispiele ein zweigesägtes

142.

143.

142. Ulmenblatt (Ulmus effusa).
143. Mohnblatt (Papaver argemone).

Blatt ein sägegezahntes Blatt, dessen Zähne selbst von ähnlichen Zähnen begrenzt sind (Fig. 142), ein doppeltfiederspaltiges Blatt, ein solches, dessen Lappen selbst in kleinere Lappen oder Läppchen immer nach der gefiederten Anordnung der Nerven ausgeschnitten sind (Fig. 143). Ueber eine gedoppelte Eintheilung hinaus, werden die Theile gewöhnlich zu klein, als daß man sich die Mühe nimmt, das regelmäßige System derselben zu untersuchen, und man verschmilzt unter den Namen geschlitzt oder gezackt (Fig. 144) alle Blätter mit sehr zahlreichen und auf eine unbestimmte Weise zertheilten Lappen.

Bei den zusammengesetzten Blättern können die Theilblätter selbst wieder gezahnt oder gelappt sein. Wenn sie sich aber zertheilen, so geschieht es auf die nämliche Weise, wie sie es zum ersten Male gethan haben, indem sich jedes selbst in Theilblätter (fol. decompositum, doppelt zusammengesetzt) zertheilt, bei welchen dann eine weitere Zertheilung stattfinden kann (fol. supra-decompositum, mehrfach oder vielfach zusammengesetzt). Man sagt alsdann, das Blatt sei zweifach (Fig. 145 l), dreifach gefiedert oder handförmig (fol. bi-tri-pinnatum, bi-tri-palmatum). Die secundären oder tertiären Nerven sind selbst eben so viele Spindeln oder einzelne Blattstiele geworden.

144.

144. Theil von dem Blatte des Laserpitium hirsutum.

145.

§. 136. Wir wollen uns nicht länger bei der Gestalt der Blätter aufhalten, deren Verschiedenheit so groß ist. Die Erklärung der vorzüglichsten Ausdrücke, deren sich die Botanik bedient, um alle diese bekannten Modifikationen zu bezeichnen, die wir hier nicht angeben konnten und welche überdies nicht bloß auf die Blätter, sondern auf jedes zusammengesetzte Pflanzen=

145. Blatt von der **Acacia heterophylla.** — *p* Blattstielblatt, oder erweiterter Blattstiel, der oft allein das Blatt bildet; — *l* gesäumter Theil, der aus doppelt gefiederten Theilblättern besteht und der bei einer großen Anzahl von Theilblättern ganz fehlt.

organ von einer bestimmten Form angewandt werden, wird den Gegenstand eines besondern Kapitels ausmachen. Ihre Kenntniß ist zum Verstehen der Bücher, deren Zweck es ist, die verschiedenen Pflanzenarten zu beschreiben und zu unterscheiden, unentbehrlich, aber ganz überflüssig, wenn man die Pflanze im Allgemeinen studirt. Es genügt uns, deutlich zu machen, wie die Vertheilung dieser constituirenden Theile des Blattes, der Nerven, welche das Skelett desselben sind, des Parenchyms, welches der weiche und wesentliche Theil desselben ist, dieses mannigfaltige Aussehen bedingt, wie es im Grunde keine andere Verschiedenheiten als in dem Grade der Entwicklung rücksichtlich der einen in Beziehung auf die andern gebe, und wie das zusammengesetzteste Blatt keine größere Anzahl von Theilen, sondern bloß den nämlichen mehrmals wiederholten Theil in sich enthalte.

§. 137. **Blattstiel.** — Wir haben bereits die gewöhnlichste Form des Blattstieles angegeben, welche aus der Vereinigung der aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündel entspringt, die bei ihrem Ablösen von dem Stamme zu Bildung der Seitenausdehnung des Blattes mehr oder minder lang in einen Büschel vereinigt bleiben und auf diese Weise eine Art von kleinen Zweig bilden, der zwischen diesem Stamme und dem Saume liegt. Diesen Bündel begleitet das Parenchym, dessen größerer Theil eine Hülle für ihn bildet, die selbst wieder mit der Epidermis, welche hier keine Spaltöffnungen hat, überzogen ist, eben so wie dies der Fall auf der Oberfläche der Nerven, der Fortsetzung des Blattes ist (§. 126).

§. 138. Wir haben anderswo (§. 12) gesagt, daß die Gefäße bei dem Entstehen eines Organs, das sich aus einem andern unter einem Winkel herausbildet, wodurch ihre ursprüngliche Richtung verändert wird, einige Veränderungen in der Gestalt ihrer Elemente, der Zellen oder Fasern zeigen, die sich

verkürzen und deren Endpunkte sich in weniger breiten Flächen vereinigen. Aus dieser nicht so innigen Vereinigung geht das Streben hervor, sich leichter zu trennen, ein Streben, zu welchem auch das Parenchym beiträgt, dessen Zellen an den nämlichen Stellen ähnliche Modifikationen zeigen. Auch geschieht es häufig, daß zu einer gewissen Zeit der Entwicklung das Aneinanderhängen dieser Theile so schwach sein kann, daß sie sich endlich entweder von selbst, oder bei der geringsten Kraftanwendung von einander ablösen. Dies nennt man eine *Abgliederung* und man beobachtet dies oft an dem Punkte, wo sich zwei zusammengesetzte Organe neben einander legen, an den Knoten des Stammes, an dem Ursprunge der Zweige, an dem Entstehungsorte der Blätter.

Die Blätter sind also auf dem Stamme durch Gliederung verbunden und dies geschieht gewöhnlich, wenn die Fläche, durch welche sie sich mit demselben fortsetzen, eine geringere Breite hat. Sie sondern sich alsdann von demselben früher oder später ab, wenn sie die Verrichtungen, zu welchen sie in dem Pflanzenleben bestimmt sind, erfüllt haben und zu verwelken anfangen. Diese Epoche ist nach den Pflanzen verschieden; bei einer großen Anzahl tritt sie im Verlaufe des Jahres ein, in welchem sie entstanden sind, bei andern ist sie noch mehr verschieden. Wenn sie aber nicht durch Gliederung verbunden sind, so bleiben sie mit der Pflanze vereint, obschon absterbend oder abgestorben. So sehen wir, wie im Winter die Eichen mit ihren verdorrten Blättern ganz bedeckt bleiben, während die Blätter des Nußbaums, der Roßkastanie im Verlaufe des Herbstes abgefallen sind.

Unter den einfachen Blättern findet man überhaupt die, welche bleiben, während die zusammengesetzten Blätter in den meisten Fällen durch Gliederung verbunden sind, und bei diesen letztern ist es nicht bloß der Blattstiel an dem Stamme, sondern die Theil-

blätter sind es auch auf den besondern Blattstielen, und diese lösen sich ab, indem sie die Gliederung aufheben. Durch dieses Kennzeichen erklären auch viele Schriftsteller die zusammengesetzten Blätter, und betrachten diejenigen nicht als solche, welche in Einem fort bleiben, obgleich sie in ihrer Jugend ganz das Aussehen der Zusammensetzung an sich trugen.

§. 139. Wenn ein Blattstiel nach seinem Falle seine Gliederung aufgibt, so bemerkt man oft an dem Stamme, an dem Punkte, aus welchem er entstand, eine Anschwellung, welche früher einen Theil von demselben auszumachen schien und ihm zur Basis diente. Man nannte Blattwulst (pulvinus) diesen kleinen Nebenauswuchs am Stamme, dessen auswendige und nach oben gekehrte Fläche, die sich auch vorher mit einer ähnlichen Fläche des Blattstiels fortsetzte, die Narbe ist, welche aus ihrer Trennung entsteht (Fig. 162, 153, c). Man sieht gewöhnlich auf dieser Fläche mitten in dem Parenchym mehrere Punkte, welche die Büschel anzeigen, die zur Bildung des Blattstieles beitragen. Sie sind in den verschiedenen Arten von Pflanzen auf verschiedene Weise gruppirt, und aus dieser Gruppirung, so wie aus der gewöhnlichen Gestalt der Narbe und des Blattwulstes kann man taugliche Merkmale ableiten, um die Bäume in dem Zustande ihrer Nacktheit, in welche sie der Verlust ihres Laubes im Winter versetzt, zu erkennen.

§. 140. Der Blattstiel ist gewöhnlich kürzer als der Saum, bisweilen gleicht er ihm in der Länge, bisweilen übertrifft er ihn sogar. Eben so verschieden ist er auch in der Dicke; ist diese in Beziehung auf die Dimensionen des Saumes und demnach auf dessen Gewicht sehr bedeutend, so trägt er ihn, ohne sich zu biegen, besonders wenn er kurz ist, wie man dies schon nach den Gesetzen der Mechanik beweisen kann. Ist er schlank, oder lang, oder hat er ein weiches

Gewebe, in welchem das Parenchym in Beziehung auf die Fasern oder die Gefäße vorherrscht, so neigt er sich oder krümmt sich bogenförmig von dem Gewichte des Saumes niedergezogen, der sich an dem Ende dieses biegsamen Hebels befindet.

Der Blattstiel ist oft cylindrisch; gewöhnlicher noch nach der ganzen Länge seiner untern Fläche hin abgerundet, auf der obern hingegen abgeplattet oder noch gewöhnlicher dachrinnenförmig ausgehölt. Bisweilen ist er auch in seiner ganzen Länge abgeplattet und liegt in der nämlichen Horizontalebene wie der Saum. In einigen seltenern Fällen plattet er sich an seinem Ende in umgekehrter Richtung ab und zeigt auf diese Weise eine vertikale Fläche, welche dem Winde Blößen gibt; daher rührt in den Blättern der Pappeln die fast beständige Beweglichkeit, woher sie den Namen Zitterpappeln erhalten haben.

§. 141. **Blattstielblatt.** — Wir haben bis jetzt angenommen, daß die in dem Blattstiele vereinigten Büschel bis zum Saume parallel mit einander fortlaufen, und dies ist auch wirklich der gewöhnliche Fall. Er ist jedoch nicht constant, und bisweilen laufen die Büschel schon in dem Blattstiele auseinander. Würde dieses Divergiren fortfahren, so wäre es der Anfang des Saums; etwas weiter oben aber laufen sie aufs Neue zusammen und vereinigen sich ganz wie an ihrem Ursprunge, bevor sie in den wahren Saum eintreten und sich in demselben entfalten. Auf diesem Wege hören sie auf, parallel zu bleiben, bleiben aber in der nämlichen Ebene und verästen sich nicht. Aus dieser Anordnung geht hervor, daß der so verbreitete Blattstiel das Aussehen eines Saumes gewinnt (Fig. 145. p), was man gewöhnlich für das Blatt selbst hält und darum hat man ihm alsdann den besondern Namen Blattstielblatt gegeben.

Das Blattstielblatt unterscheidet sich von dem

Saume dadurch, daß es anstatt gefiederter Nebennerven, die aus einem Mittelnerven hervorkommen, der sich stufenweise verliert, je mehr sie sich von demselben losmachen, von einer gewissen Anzahl von Längennerven durchzogen ist, die auf seiner ganzen Oberfläche vertheilt, und von der Grundfläche bis zum Gipfel fast einander gleich sind. Es unterscheidet sich auch noch dadurch, daß es gewöhnlich auf dem Stamme in umgekehrter Richtung mit den eigentlichen Blättern steht, das heißt, daß seine Ebene beinahe vertikal ist, anstatt horizontal zu sein.

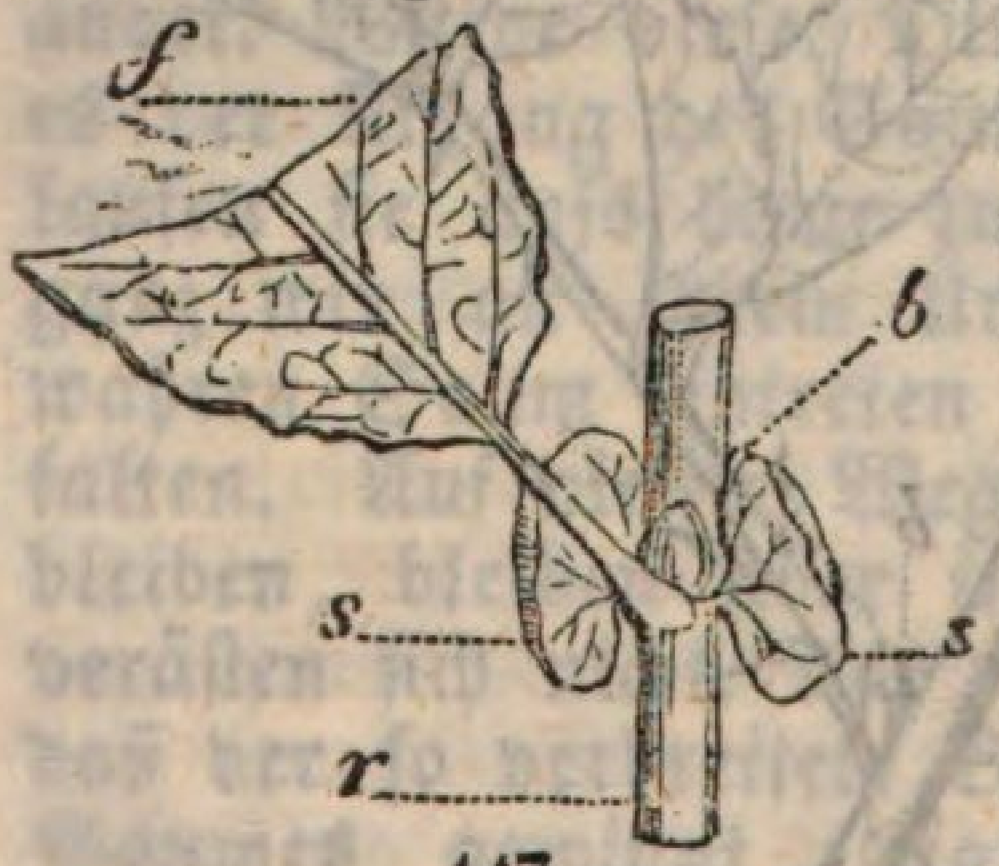
§. 142. **Scheide. — Nebenblätter.** — Der Blattstiel, haben wir (§. 122) gesagt, erweitert sich bisweilen an seiner Grundfläche, und umfaßt so den ganzen Stamm oder einen Theil desselben, und setzt sich mit demselben fort. Dies nennt man seinen Scheidentheil oder Blattscheide. Alsdann haben sich die für sie bestimmten Büschel, anstatt sich zu concentriren, und in einen einzigen Büschel vereinigt, in den Blattstiel überzugehen, von dem Umfange des Stammes besonders losgemacht, und bildeten mit dem Parenchyme, das sie vereinigt, eine cylindrische Oberfläche oder, anstatt eines kleinen, vollen Cylinders, einen hohlen Cylindertheil. Bisweilen laufen nach und nach die anfangs entfernten Büschel weiter oben zusammen, und die Scheide verengt sich stufenweise in einen Blatt-

146.

146. Stück von einem Zweige *r* des gemeinen Rosenstocks (Rosa canina); er trägt ein Blatt *f* mit seinem Blattstiele *p*, seine blattstielständigen Nebenblätter *s* und seine Knospe *b*. — *a* ein Dorn.

stiel: es ist eine Art von Blattstielblatt, das unmittelbar auf dem Stamme seinen Anfang nimmt; ein andermal (Fig. 146) bleiben die Seitenbüschel nach einem mehr oder minder kurzen Wege stehen, oder verlängern sich auf einer andern Ebene, als die des Blattstiels ist, und alsdann hat man den ganz deutlichen Unterschied zwischen Blattstiel und Scheide. Oft verbindet endlich das Parenchym diese Seitenbüschel nicht mit denen in der Mitte, die sich in dem Blattstiele fortsetzen, und dies ist der wahrscheinliche Ursprung von vielen Nebenblättern.

§. 143. Im Allgemeinen erklärt man sie als kleine blattartige Organe, die auf beiden Seiten der Grundfläche der Blätter liegen, und es ist bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft schwer, eine strengere Erklärung von denselben zu geben. Wahrscheinlich gleicht ihre Erzeugung, welche durch die Pflanzenanatomie noch nicht hinlänglich aufgehellt worden ist, der Erzeugung der Nebenlappen an den einfachen Blättern oder der der Theilblätter an den zusammengesetzten Blättern; wahrscheinlich sind es gleichfalls Seitenentfaltungen von Büscheln, die, mehr oder weniger von der Grundfläche des Blattes entfernt, mehr oder weniger durch dazwischenliegendes Parenchym mit demselben verbunden, mehr oder weniger abgebrochen ausgehend sind, ob sie gleich von dem Stamme zu gleicher Zeit mit den eigentlichen Büscheln des Blattes ausgehen, so können sie doch von denselben unabhän-



147.

147. Stück von einem Zweige *r* einer Weidenart (Salix aurita), er trägt ein Blatt *f* mit seinem Blattstiele, seinen stengelständigen Nebenblättern *ss* und seiner Knospe *b*. Der obere Theil des Saums ist abgeschnitten.

gig bleiben, und da sie alsdann nur zu diesem Stamme zu gehören scheinen, so nennt man sie stengelständige Nebenblätter. Sie können sich (Fig. 146) in einer größeren oder kleineren Ausdehnung mit dem Blattstiele vereinigen, und da sie alsdann von demselben abzuhängen scheinen, so nennt man sie blattstielständige Nebenblätter.

Die Nebenblätter fehlen in äußerst vielen Fällen gänzlich, doch nicht so oft, als man glaubt, denn sie entziehen sich oft entweder wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit oder wegen ihrer kurzen Dauer, dem Auge des Beobachters. Wenn man sie sehr sorgfältig mit dem Vergrößerungsglase und an den jungen Blättern untersucht, so findet man sie an einer Menge von Pflanzen, von welchen man glaubte, daß sie keine hätten.

§. 144. Sie haben ein ganz verschiedenes Aussehen. Sie erscheinen oft als ein kleiner Punkt, als eine kleine Faser, als eine kleine Schuppe. Ein andermal entwickeln sie sich stärker, und alsdann haben sie oft eine blattartige Konsistenz, ein Aussehen von Lappen, von Theilblättern, welche selbst wieder Nerven, Zähne, Läppchen haben können, sogar eine untere Verengung in Form eines Blattstiels. Es ist ebenfalls nicht selten, daß ihr Gewebe, anstatt sich zu verdicken, oder grün zu werden, in dem Zustande einer dünnen, farblosen oder durchsichtigen Haut bleibt. Wenn auch ihr Aussehen von einer Pflanze zur andern so sehr verschieden ist, so verhält es sich doch nicht so an einer und derselben Pflanze, und oft sogar an mehreren unter sich verwandten Pflanzen, wie zum Beispiele an solchen, die sich in einer großen Anzahl von Merkmalen gleichen, und, wie man sich in der Naturgeschichte ausdrückt, Gattungen, Familien bilden. Ganze Familien werden durch die Abwesenheit oder das Vorkommen der Nebenblätter charakterisirt, und alsdann noch durch irgend einen

besonderen Umstand in der Art und Weise ihres Daseins.

§. 145. Wir haben sie entweder ganz frei oder mit dem Blattstiele verwachsen angetroffen. Haben sie eine sehr große Breite, und umfassen sie also die Hälfte des Stammes, so kann ein Nebenblatt das andere auf der Seite antreffen, welche derjenigen, wo das Blatt entsteht, entgegengesetzt ist, und ihre äußeren Ränder können sich beim Zusammentreffen entweder oben oder in ihrer ganzen Länge sogar vereinigen. Man hat alsdann eine gespaltene (Fig. 148)

148.

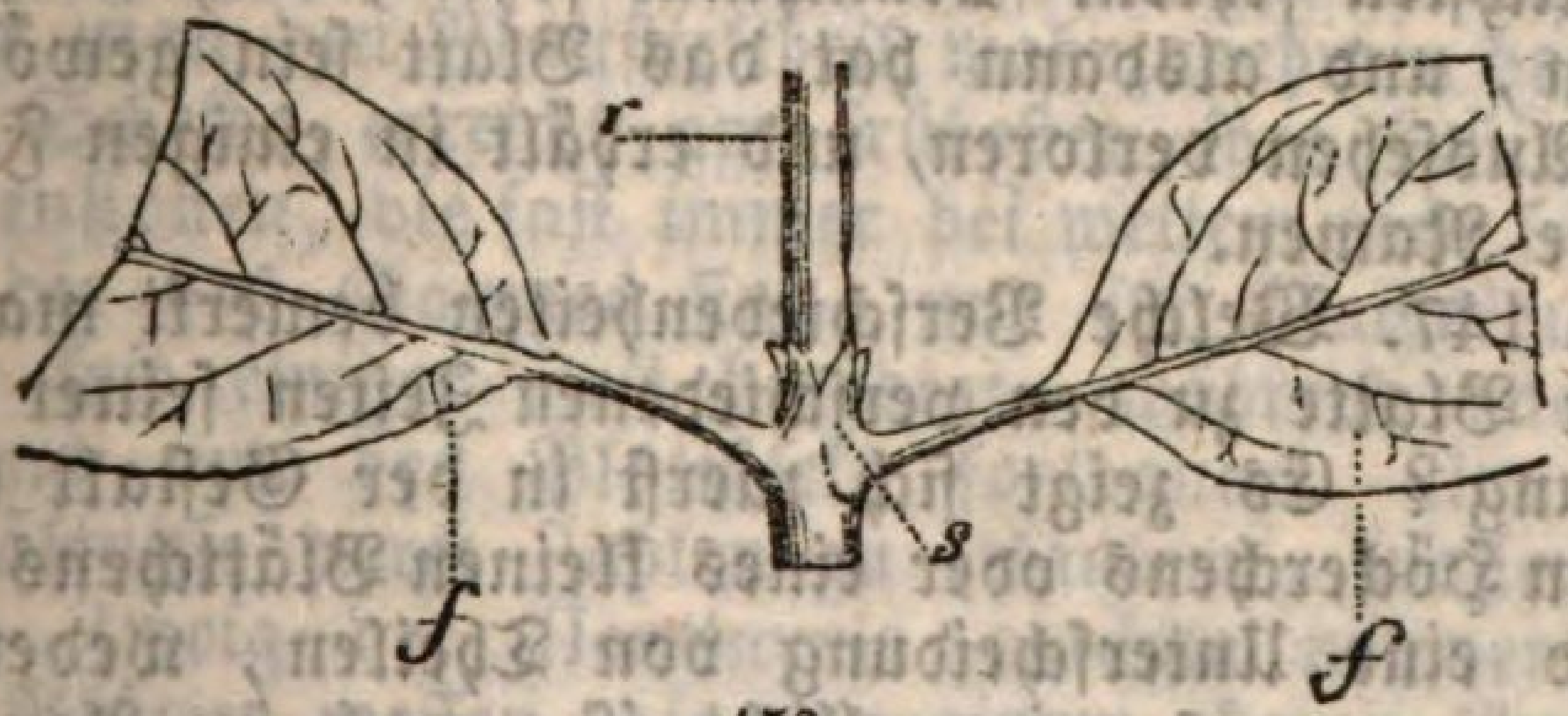
149.

oder eine ganze Scheide (Fig. 127), ein scheidenartiges Nebenblatt. Treffen hingegen die Nebenblätter bei ihrer Verbreiterung zusammen, und vereinigen sie sich an ihren inneren Rändern, so bilden sie ein einziges Blättchen, dessen Mitte zwischen dem Stamme

148. Blatttheil von dem **Astragalus onobrychis.** — *f* Unterer Theil des zusammengesetzten Blattes mit drei Paaren Theilblättern. — *s* Nebenblätter, die auf der entgegengesetzten Seite des Zweiges *r* in ein einziges verwachsen sind.

149. Blatt *f* von der **Houttuynia cordata** an einem Zweige *r*, an dem es mit seinem Blattstiele befestigt ist, an dessen Basis man das blattwinkelständige Nebenblatt *s* sieht.

und der Entstehung des Blattes in jenem Winkel liegt, den man die Achsel von diesem Blatte nennt: dies ist alsdann ein winkelständiges Nebenblatt (Fig. 149). Wenn zwei Blätter in gleicher Höhe einander gegenüber entstehen, wovon jedes mit seinen zwei Nebenblättern versehen ist, und wenn auf jeder Seite das Nebenblatt von dem Blatte zur Rechten das Nebenblatt von dem Blatte zur Linken antrifft und sich mit demselben verbindet, so scheinen die beiden ein einziges Mittelblatt zwischen den zwei Blattstielen zu bilden, das man zwischen den Blattstielen stehend (Fig. 150) nennt. In allen diesen verschiedenen Fäl-



150.

len wird man auf den Ursprung der beiden verschmolzenen Nebenblätter aufmerksam gemacht, weil sie es entweder nur theilweise sind, oder weil in den verwandten Pflanzen diese Verschmelzung nicht stattfindet und man Uebergänge von einem Zustande in den andern antrifft.

In all den vorhergehenden Erklärungen, wo wir sagten, daß die Nebenblätter sich erweitern, sich begegnen, verwachsen, bedienten wir uns einer bildlichen Sprache, da ihre Verbreiterung und ihre Ver-

150. Die beiden gegenüberstehenden Blätter *ff* einer Rubiaceenart (**Cephalanthus occidentalis**), jedes hat an seinem Ursprunge das von seinen zwei Nebenblättern, das dem Beschauer zugekehrt ist. Diese beiden Nebenblätter sind auf der Mittellinie in ein einziges zwischen den Blattstielen stehendes verwachsen. Ein ähnliches ist auf der entgegengesetzten Seite. — *r* Zweig.

einigung gleich von Anfang an stattfinden kann und aus dem Stande der Büschel in dem Stamme und an den Punkten, wo sie aus demselben zu Bildung dieser neuen Organe hervorkommen, herrühren.

§. 146. Die drei Theile des Blattes sind nicht immer beisammen, und es kann nur zwei oder sogar auch nur einen davon besitzen. Man nennt sitzend, oder ungestielt, oder stiellos das Blatt, das keinen Blattstiel hat, und nebenblattlos dasjenige, dem die Nebenblätter fehlen. Die Blattstiel- und Blattscheidetheile sind auch wirklich diejenigen, welche am gewöhnlichsten fehlen. Manchmal fehlt jedoch auch der Saum, und alsdann hat das Blatt sein gewöhnliches Aussehen verloren, und erhält in einigen Fällen andere Namen.

§. 147. Welche Verschiedenheiten bemerkt man an einem Blatte zu den verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung? Es zeigt sich zuerst in der Gestalt eines kleinen Höckerchens oder eines kleinen Blättchens ohne irgend eine Unterscheidung von Theilen, weder im Innern, wo es rein zellicht ist, noch im Aeußern. Später strecken sich die Zellen, die auf der Mittellinie liegen, und machen auf diese Weise den ersten Entwurf des Nerven, der sich nachher durch ihre Organisirung zu Gefäßen von verschiedenem Range, unter welchen sich die Luftgefäße zuerst zeigen, vervollkommnet. Es ist dies also, wie man es zu erwarten hatte, ein ganz analoger Gang mit dem, wie wir ihn in dem Stamme verfolgt haben.

Was die Entwicklung der verschiedenen Theile eines vollständigen Blattes in Beziehung auf einander betrifft, so kann man dies an einer Pflanze, wo die Unterscheidung dieser Theile ganz deutlich ist, beobachten: an einem Polygonum zum Beispiele, wo der scheidenförmige Theil eine vollständige Scheide bildet; an dem Melianthus major und minor, wo sie sich in ein großes blattwinkelständiges Nebenblatt verlängert,

das einfach in dem einen, gedoppelt in dem andern ist. Diese Vergleichung des Blattes in den verschiedenen Phasen seines Wachsthums läßt sich leicht an einem Zweige bewerkstelligen, dessen Entwicklung noch nicht beendigt ist, so daß er unten Blätter, die ihre größten Dimensionen erreicht haben, oben Blätter, die im Werden begriffen sind, und dazwischen die ganze Reihe der Mittelzustände darstellt. Man sieht auf diese Weise, daß der Saumtheil zuerst erscheint, daß der Blattscheidetheil sich bald zeigt, daß die Entwicklung beinahe gemeinschaftlich für die beiden vor sich geht und bereits einen gewissen Grad erreicht hat, bevor man den Blattstieltheil wahrzunehmen beginnt. Die Scheide erreicht am frühesten ihre bestimmten Dimensionen, die fast immer bei weitem nicht so groß als die des Saumes sind, und ihr Wachsthum ist schon seit einiger Zeit beendigt, während das des Saums und des Blattstiels fortdauert. Um diese Verhältnisse durch Zahlen zu erläutern, wollen wir einen Zweig der Houttuynia cordata nehmen und sechs Blätter messen, die von einem oberen jüngeren Blatte, das nur 3 Millimeter hat, bis zu einem untern, das beinahe 9 Centimeter hat, auf einander folgen. Wir geben hier die relative Länge der drei Theile an diesen sechs Blättern:

	Saum	Blattstiel	Blattwinkelständiges Nebenblatt
1.	0,2	0,	0,1.
2.	0,6	0,08	0,25.
3.	3,0	0,5	1,0.
4.	4,0	1,5	1,0.
5.	5,0	2,0	1,4.
6.	6,0	2,3	1,5.

Der Saum ist wirklich dreimal länger, als der Blattstiel, und viermal länger, als das Nebenblatt. Es war zuerst in dem Blatte 1 nur das Doppelte

von diesem, etwas mehr in dem Blatte 3, das Dreifache in dem Blatte 4, das Vierfache in allen Nachfolgenden. Der Blattstiel, welcher in dem Blatte 1 Null war, fing an, in dem Blatte 2 zu erscheinen; er war die Hälfte von dem Nebenblatte in dem Blatte 3, übertraf sie schon im Blatte 4, und um das Doppelte in den zwei letztern. Wenn man verschiedene Beispiele wählt, wie zum Beispiele das von dem weiter oben angegebenen Polygonum und Melianthus, so findet man etwas verschiedene, aber analoge Verhältnisse.

Man könnte daraus schließen, daß das Blatt an dem Theile seiner Grundfläche, welcher über der Scheide liegt, sich zu verlängern fortfahre und nicht wie die Wurzeln an seinem freien Ende. Verlängert es sich aber, wie die Stämme zu gleicher Zeit in seiner ganzen Ausdehnung? Man kann sich leicht vom Gegentheile überzeugen, wenn man die Entfernungen zwischen zwei von der Natur oder willkürlich bezeichneten Punkte auf dem Saume eines sich entwickelnden Blattes mißt; auf diese Art weist man nach, daß sich die obern Punkte nicht von einander entfernen, während sich der untere immer mehr von der Grundfläche entfernt, und man schließt daraus nothwendig, daß das Blatt an dieser untern Fläche und an dem Blattstiele, welcher eine Fortsetzung desselben ist, beständig fortwachse, nachdem es in seinem ganzen oberen Theile zu wachsen aufgehört hat. Eine Beobachtung ähnlicher Art, welche nicht mehr nach der Richtung in die Länge, sondern in die Quere angestellt wird, würde zeigen, daß das Blatt bisweilen in die Breite längere Zeit in seiner Mitte, als an seinem Umfange zu wachsen fortfährt, daß die Verlängerung der Nebennerven in Beziehung auf den Mittelnerven, sowie die dieses Mittelnervens in Beziehung auf den Zweig stattfindet, welcher das Blatt trägt.

Was wir so eben von dem Wachsthume in die Länge gesagt haben, findet seine Anwendung auf die einfachen Blätter. Die zusammengesetzten können in dieser Beziehung eher mit einem Zweige verglichen werden, weil die Entwicklung von unten nach oben vor sich zu gehen scheint, weil die Theilblätter um so später erscheinen und sich entwickeln, je weiter sie sich nach oben hin befinden. Wir wollen besonders eine Meliaceengattung (Guarea) anführen, wo der ganze obere Theil des Blattes sich noch gleichsam in dem Zustande einer Knospe befindet, wenn der ganze untere Theil schon seine vollkommene Entwicklung erlangt hat, so daß diese Blätter zwei verschiedene Zeugungen von Theilblättern zu haben scheinen.

§. 148. Haben die Blätter einmal ihre bestimmte Dimensionen erreicht, so leben sie längere oder kürzere Zeit. Man weiß, daß bei den meisten unserer Bäume dieses Leben nicht länger als einige Monate dauert. Bei einigen, besonders in den heißen Klimaten, dauern sie zwei oder noch mehrere Jahre, und diese Bäume werden immergrün genannt, weil man sie beständig mit einem Laubwerk bedeckt sieht, das seine Farbe behält; dies sind aber nicht immer die nämlichen Blätter. Die ersteren sind nach einer gewissen Zeit abgefallen, aber der Baum, der sich schon mit neuen Blättern bedeckt hat, steht nicht nackt da und hat das nämliche Aussehen behalten. Dies kann man leicht an unsern Fichten, Stechpalmen, Steineichen u. s. w. nachweisen. Wir haben gesehen, daß unter den Jahresblättern die einen verdorrt an dem Baume bleiben, die andern sich dadurch von demselben ablösen, daß sie ihre Gliederungen aufgeben: Es ist überflüssig, daran zu erinnern, wie die grüne Farbe stufenweise von derjenigen ersetzt wird, die man unter dem Namen braungelb kennt. Oft aber gehen die Blätter, vorzüglich die, welche gegliedert sind, bevor sie abfallen, durch verschiedene Schattirungen,

deren Mannigfaltigkeit und deren Reichthum und Pracht bei einigen ihnen diese herbstlichen, so herrlichen Färbungen von einem so großen Effekte, besonders in Massen, verleihen.

§. 149. **Vergleichung der Blätter in den drei großen Klassen der Pflanzen.** — Bis jetzt hat uns die Vergleichung der Grundorgane in den drei großen Klassen der Pflanzen auffallende und constante Verschiedenheiten unter denselben gezeigt. Verhält es sich eben so mit ihren Blättern? Wir wollen uns zuvörderst daran erinnern, daß sie aus Nerven und Parenchym bestehen, und daß die ersteren handförmig oder gefiedert sind, je nachdem daß sich der Blattstielbüschel bei seinem Eintritte in den Saum in mehrere andere fast gleiche und divergirende Büschel zertheilt oder sich auf der Mittellinie fortsetzt, indem er rechts und links kleinere Büschel aussendet, welche sich von ihm losmachen. Wir haben auf seinen weitern Gang und auf die Verhältnisse dieser Büschel oder Nebennerven keinen hohen Werth gelegt. Nun können sich zwei Sachen ereignen; erstens: alle setzen ihren Gang, ohne sich zu verästen, fort, oder sie vermengen sich wenigstens, wenn sie auch einige seitenständige Zertheilungen treiben, nie mit den nahe gelegenen Bündeln; zweitens: die Nebennerven verästen sich selbst, diese Verästungen theilen sich auf's Neue ab, sie vereinigen sich bei dem Uebergange von einem Nerven zum andern, und es entspringt daraus ein Netz von Gefäßen, dessen Maschen von den letzten Zertheilungen der Nerven, und dessen Feldchen von dem Parenchyme gebildet werden.

Es scheint eine ziemlich constante Uebereinstimmung zwischen diesen beiden Zertheilungsarten der Nerven und den beiden großen Klassen kotyledonischer Pflanzen stattzufinden; die erste bemerkt man gewöhnlich an den monokotyledonischen, die zweite an den dikotyledonischen Pflanzen.

§. 150. **Blätter der monokotyledonischen Pflanzen.** — Ihr Saum zeigt keine netzförmigen Nerven; bisweilen gehen sie alle parallel, wie in den Blättern der Iris, des Rohrs u. s. w.; ein andermal sind es Nebennerven, welche sich von einem oder mehreren Hauptnerven losmachen und nach einer andern Richtung laufen; sie trennen sich aber von denselben in einer mehr oder weniger bogenförmig gekrümmten Linie, deren convexe Seite nach der Hauptlinie hinsieht (Fig. 152). Aus dieser Gleichheit und diesem Parallelismus der Nebennerven geht hervor, daß das Blatt in den meisten Fällen ganz ist. Die Palmbäume haben zwar fiederschnittige und handschnittige Blätter, man kann aber, wenn man ihre Entwicklung verfolgt, deutlich sehen, daß sie in ihrer früheren Zeit ganz waren, und daß sie sich erst später in mehrere Lappen zertheilt haben, die mit ihren handförmigen oder gefiederten Nerven parallel laufen.

Der blattscheidige Theil ist in den Blättern der monokotyledonischen Pflanzen, welche an dem Stamme eine sehr lange Scheide bilden, oft sehr entwickelt. Es liegen sogar mehrere von diesen Blattscheiden in einander, welche den Stamm verstärken und denselben großen Theils in vielen dieser Pflanzen, zum Beispiele an den Bananenbäumen auszumachen scheinen. Die Blattscheide scheint sich an

151.

151. Theil eines Grasartenblattes (**Phalaris arundinacea**); *f* sein Blattsaumtheil; — *g* Blattscheide; — *gv* Blattscheidetheil derselben; — *gl* oberer, freier, häutiger Theil oder das Blatthäutchen.

ihrem Ende bisweilen in eine Art kleiner, oft häutiger und weißlicher Haut zu verlängern (Fig. 162 gl), die bald ganz, bald gefranzt oder gezackt, und gewöhnlich symmetrisch in zwei Nebentheile getheilt ist. Dies nennt man das Blatthäutchen oder Blattzüngelchen, das man fast bei allen Grasarten antrifft und das man mit den Nebenblättern vergleichen hat; denn wenn diese als vollkommen verschieden von der Scheide angesehen werden, so findet man keine andere bei den monokotyledonischen Pflanzen.

152.

Da sich die Scheide mit dem Stamme in einem großen Theile seines Umfangs und nach seiner Richtung hin fortsetzt, so ist sie nicht abgegliedert, und das Blatt fällt vor seinem Absterben nicht ab.

Wenn die Nerven von unten bis an den oberen Theil des Blattes ganz parallel bleiben, so hat es gewöhnlich eine bandförmige Gestalt (Teichkolbe, Schilfrohr), und es ist schwer, an demselben einen Blattstiel und einen Saum zu unterscheiden. Ein andermal laufen die Nerven bei ihrem Ausgange von der Grundfläche an nach und nach auseinander und aufs Neue gegen den Gipfel hin zusammen, und man hat alsdann das Aussehen eines Saumes (einige Orchisarten, Epipactis ovata, latifolia etc.). Wenn sich Nebennerven von den Hauptnerven in einer andern Richtung absondern, so bilden sie bei der Trennung eine Erweiterung, einen Saum, der von dem Blattstiele, den sie in ihrer Vereinigung weiter unten bildeten, sehr verschie-

152. Sehr verkleinertes Blatt von einem Bananenbaume, um die parallelen und an ihrem Ursprunge krummlinichten Nebennerven zu zeigen.

den ist. Davon geben die Bananenbäume (Fig. 152) ein Beispiel nach einem großen Maßstabe. In den meisten Fällen wäre das ganze Blatt eher mit einem Blattstielblatte zu vergleichen, und eine an dem Ufer unserer Flüsse sehr gemeine Pflanze, das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia) rechtfertigt diese Vergleichung, denn man kann an derselben auf dem nämlichen Stamme Blätter sehen, die oben, an einem langen und aufrechten Blattstiele einen großen pfeilförmigen Saum tragen, während andere, die auf der Wasserfläche liegen, das sie bespült, sich in lange und dünne Bänder ohne Unterscheidung von Blattstiel und Saum ausstrecken, und man kann den Uebergang der einen dieser Formen in die so verschiedene andere verfolgen.

Eine kleine Anzahl monokotyledonischer Familien machen durch die verästeten und netzförmig anastomosirten Nerven ihrer Blätter, an denen man einen ächten, oft in seinem Umfange gelappten Saum erkennen muß, eine Ausnahme von den vorhergehenden Regeln. Dahin gehören die Aronarten, die Dioscoreen, und Stechwindenarten.

§. 151. **Blätter der dikotyledonischen Pflanzen.** — Unter diesen findet man die abgegliederten Blätter, diejenigen, welche eigentlich zusammengesetzt sind (Fig. 140, 141), deren Umfang gezahnt (Fig. 142), gekerbt, durch Winkel oder Buchten (Fig. 136, 137, 138, 139) und nicht durch gerade Linien, welche von Rissen herrühren, in Lappen getheilt ist. Da die Nerven aus einander entspringen, so bilden sie einen eigentlichen, gewöhnlich spitzigen Winkel (Fig. 134, 136), sie theilen sich und verschmelzen sich in ihren letzten Verästungen. Da wir uns mit dem Blatte im Allgemeinen beschäftigen, so haben wir dasselbe und seine constituirenden Theile fast beständig im Auge gehabt; und es wäre daher überflüssig, sich hier aufzuhalten.

Wir wollen indessen anführen, daß bei einigen

dikotyledonischen Pflanzen die Blätter wegen der parallelen oder ohne Verästung convergirenden Nerven sehr gut die Rolle der monokotyledonischen Pflanzen übernehmen. Dahin gehören z. B. einige von unsern Ranunkeln (Ran. gramineus, lingna etc.). Es gibt einige, die man ohne Bedenken für Blattstielblätter halten darf, wie an den Akacien mit ganzen Blättern, wo man sieht, daß sich an diese vermeintlichen Blätter der Saum sogleich an die ersten, die auf das Keimen folgen, anheftet. Viele Botaniker sind der Analogie wegen geneigt, alle Blätter dikotyledonischer Pflanzen, welche diese seltenere Gestalt und Benervung haben, auf die nämliche Weise zu erklären.

§. 152. **Blätter akotyledonischer Pflanzen.** — In dieser Klasse erhalten die Blätter der Farnkräuter die stärkste Entwicklung, sie sind sitzend oder gestielt, ganz oder ausgeschnitten. Ihre Zertheilung kann auf einen sehr merkwürdigen Grad getrieben werden. So ist in der Pteris aquilina, diesem großen in den Wäldern unserer Umgegend so verbreiteten Farnkraute, das, was man für einen mit Blättern versehenen Stamm halten möchte, nichts anders als ein einziges Blatt, das aus einem unterirdischen Wurzelstock hervorkommt und mehreremale fiederschnittig ist. Die Nerven zeigen Verästungen und Netze, die sogar mannigfaltiger als in den Blättern der kotyledonischen Pflanzen sind und gute Kennzeichen in der Klassifizirung abgeben können: wir werden uns später damit beschäftigen. Durch die Blattstiele gehen Bündel von Fasern und Gefäßen, die in ihrer Zusammensetzung denen des Stammes ähnlich sind, d. h. die einen Haufen von gewöhnlich treppenförmigen, in ein mannigfaltig zusammengelegtes Band vereinigten und von einer Schichte von schwärzlichem Parenchyme umgebenen Gefäßen, darstellen. Daraus entspringen auf dem Horizontalschnitte dieser

Blattstiele mannigfaltige und wunderliche Figuren, die auch dazu dienen können, die Arten von einander zu unterscheiden. Wir begnügen uns, hier die unvollkommene Aehnlichkeit mit dem zweiköpfigen Adler des österreichschen Wappens anzuführen, die man in dem Büschel des Blattstiels der Pteris aquilina, der gegen seine Grundfläche hin schief geschnitten wurde, angegeben hat. Es kann zum Studium dieser Art von Gefäßen und Fasern dienen, die in den Farnkräutern so gemein sind.

Die Blätter werden in allen andern akotyledonischen Pflanzen, deren Stämme uns ein aus Fasern und Gefäßen bestehendes System darstellen, sehr einfach; noch zertheilt, als vierblättrig und mit zahlreichen Nerven in den Wasserlinsen versehen, beschränken sie sich in den Andornarten auf ein zellichtes Blatt, das ein einziger kleiner Bündel in seiner Breite durchzieht. In den gefäßlosen Familien, wie z. B. in den Moosen und den Jungermannien fehlt dieser Bündel und wird durch einige gestreckte Zellen ersetzt; und endlich verschwindet diese Skizze zu einem Blatte mit dem Stamme selbst in den letzten Familien, wie in den Flechten, Pilzen und Aftermoosen.

Ordnung der Blätter auf dem Stamme, oder Blattstellung (Phyllotaxie).

§. 153. Die Blätter können auf der gemeinschaftlichen Achse, auf der sie stehen, auf mannigfaltige Art geordnet sein. Man nennt sie stengelständig und astständig, je nachdem sie auf dem Stamme oder auf dem Zweige stehen. Bisweilen sind sie, anstatt auf verschiedenen Höhen des Stammes zu erscheinen unten gegen den Hals hin angehäuft: man nennt sie alsdann Wurzelblätter, obgleich sie durchaus nicht von der Wurzel abhängen, sondern sich bloß in ihrer Nähe befinden; ein Beispiel liefern die Primeln ꝛc.

Häufiger befinden sie sich von Weite zu Weite auf der Achse. Man nennt Knoten jene Punkte des Stammes auf den verschiedenen Höhen, aus welchen die Blätter entstehen (Fig. 154, n); Zwischenknoten (Fig. 154, m) die nackten Zwischenräume, die sich zwischen einem von diesen Punkten und dem darüber oder darunter liegenden befinden. Bald trägt ein Knoten zwei oder mehrere Blätter, die demnach auf gleicher Höhe entstehen; bald trägt jeder nur ein einziges. Diesen letztern Fall wollen wir zuerst untersuchen.

§. 154. **Wechselständige Blätter.** — Dieser letztere ist der gewöhnlichere und man nennt alsdann die Blätter wechselständig. Man begnügte sich lange Zeit mit diesem Worte; und wählte dagegen das Wort zerstreut, wenn die Blätter ohne irgend eine scheinbare Ordnung gestellt waren; denn man hatte bemerkt, daß in den meisten Fällen eine gewisse Regelmäßigkeit in dem Wechselstande der Blätter zu herrschen schien. Bonnet sah zuerst, daß, wenn man von unten nach oben durch die auf einander folgenden Punkte, aus welchen die Blätter hervorkommen, eine Linie ziehe, diese Linie um den Stamm herum eine Spirallinie beschreibe, daß diese Blätter in einem fast constanten Verhältnisse zu einander stehen und jedes von dem darauf folgenden durch einen gleichen peripherischen Theil des Stammes getrennt sei, so daß, wenn man eines findet, das senkrecht über einem als erstes angenommenen unteren Blatte steht, von dem es durch eine gewisse Anzahl von Zwischenblättern getrennt ist, das folgende Blatt sich über das zweite, und das darauf folgende sich über das dritte u. s. w. stellen wird. Er hatte als den allgemeinsten Fall den angenommen, wo sich die so über einander stehenden Blätter von 5 zu 5 wiederholen, so daß das sechste in gerader Linie über dem ersten, das eilfte über dem sechsten; das siebente

über dem zweiten, das zwölfte über dem siebenten steht u. s. w. Er hatte zu gleicher Zeit bemerkt, daß es andere, verwickeltere Combinationen gebe, wo sich anstatt des sechsten Blattes ein anderes höheres z. B. das neunte auf die nämliche Vertikallinie mit dem ersten stellte.

§. 155. Neuere, über denselben Gegenstand mit vieler Aufmerksamkeit und Scharfsinn angestellte Forschungen, die man vorzüglich Schimper und Al. Braun verdankt, haben diese früheren Resultate bestätigt und erweitert und zu der Kenntniß einer gewissen Anzahl von Gesetzen geführt, welche die Lagenverhältnisse der Blätter und demnach aller Nebenorgane der Pflanzen bestimmen. Wir wollen zum Ausgangspunkt die Verbindung wählen, auf welche sich Bonnet stützte, nämlich die, wo die Blätter von 5 zu 5 übereinander stehen (Fig. 153). Wir lassen eine Linie durch alle ihre auf einander folgende Einfügungen gehen und bemerken, daß diese Spirallinie, bevor sie zu der sechsten kommt, zwei Gänge um den Stamm gemacht hat. Da die fünf Blätter auf dieser Linie, welche zweimal um die Peripherie des Stammes herumgeht, in regelmäßige Weiten vertheilt sind, so muß die Entfernung des einen von ihnen zum folgenden oder vorhergehenden durch $^2/_5$ der Peripherie angegeben werden. Man hat diesen Bruch, der den Bogen bezeichnet, der zwischen den Einfügungen zweier auf einander folgender Blätter liegt, den Divergenzwinkel genannt; wir wollen bemerken, daß er zum Zähler die Anzahl von Windungen hat, welche die Spirallinie macht, bevor sie ein Blatt unmittelbar über dasjenige bringt, das man zum Ausgangspunkte angenommen hat, und daß er zum Nenner die Gesammtzahl der in diesem Zwischenraume befindlichen Blätter habe. Das sechste Blatt ist demnach der Anfang einer neuen Reihe von fünf, gleichfalls auf zwei Spiralwindungen liegenden Blät-

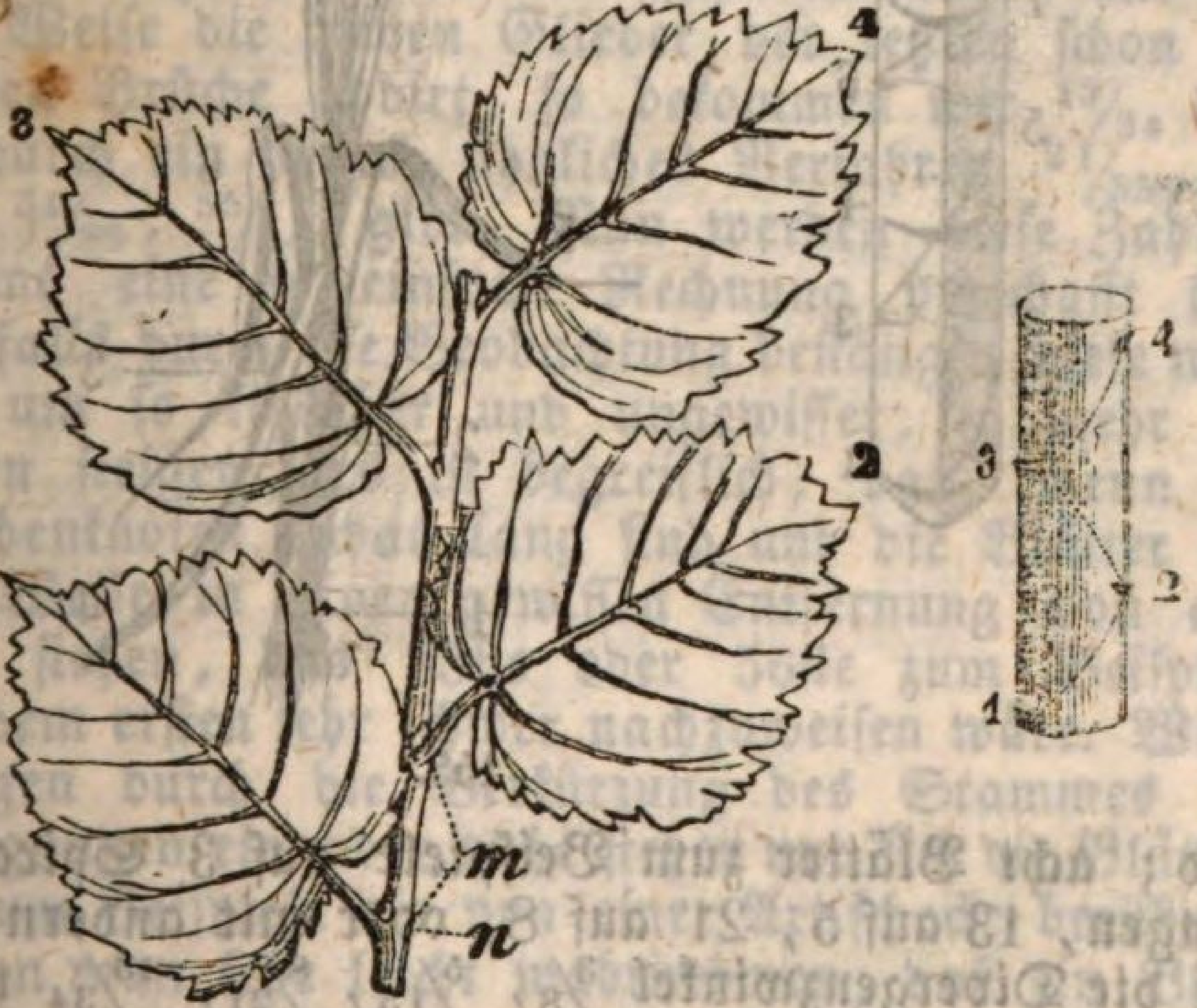
153.

tern. Jedes von diesen Blattsystemen, welche sich auf die nämliche Weise verbunden, über dem ersten befinden, wird eine Windung, Cyclus, genannt. Sind alle die Begriffe einmal gehörig erklärt, so ist es ganz leicht, die mannigfaltigen Verbindungen, welche an verschiedenen Pflanzen vorkommen können, zu untersuchen.

§. 156. Der einfachste Fall ist der, wo die Blätter zweizeilig (besser: zweiseitswendig) sind, das heißt, wo sie abwechselnd auf den beiden ent=

153. Stück von dem Zweige eines Kirschbaumes mit 6 Blättern, deren sechstes senkrecht über dem ersten nach zwei Spiralwindungen steht und auf diese Weise einen zweiten Cyclus beginnt. — Man hat den vergrößerten und seiner Blätter beraubten Zweig daneben abgebildet und die Spirallinie darauf gezeichnet, auf welcher man von Weite zu Weite die Narben sieht, wovon jede die Einfügung eines Blattes bezeichnet.

gegengesetzten Seiten des Stammes stehen (Fig. 154). Jedes ist alsdann von dem folgenden durch eine halbe Peripherie getrennt; nach einer vollständigen Spiralwindung findet man das dritte, welches sich über das erste stellt und ein neuer Cyclus beginnt. Nennen wir diesen Divergenzwinkel $1/2$.

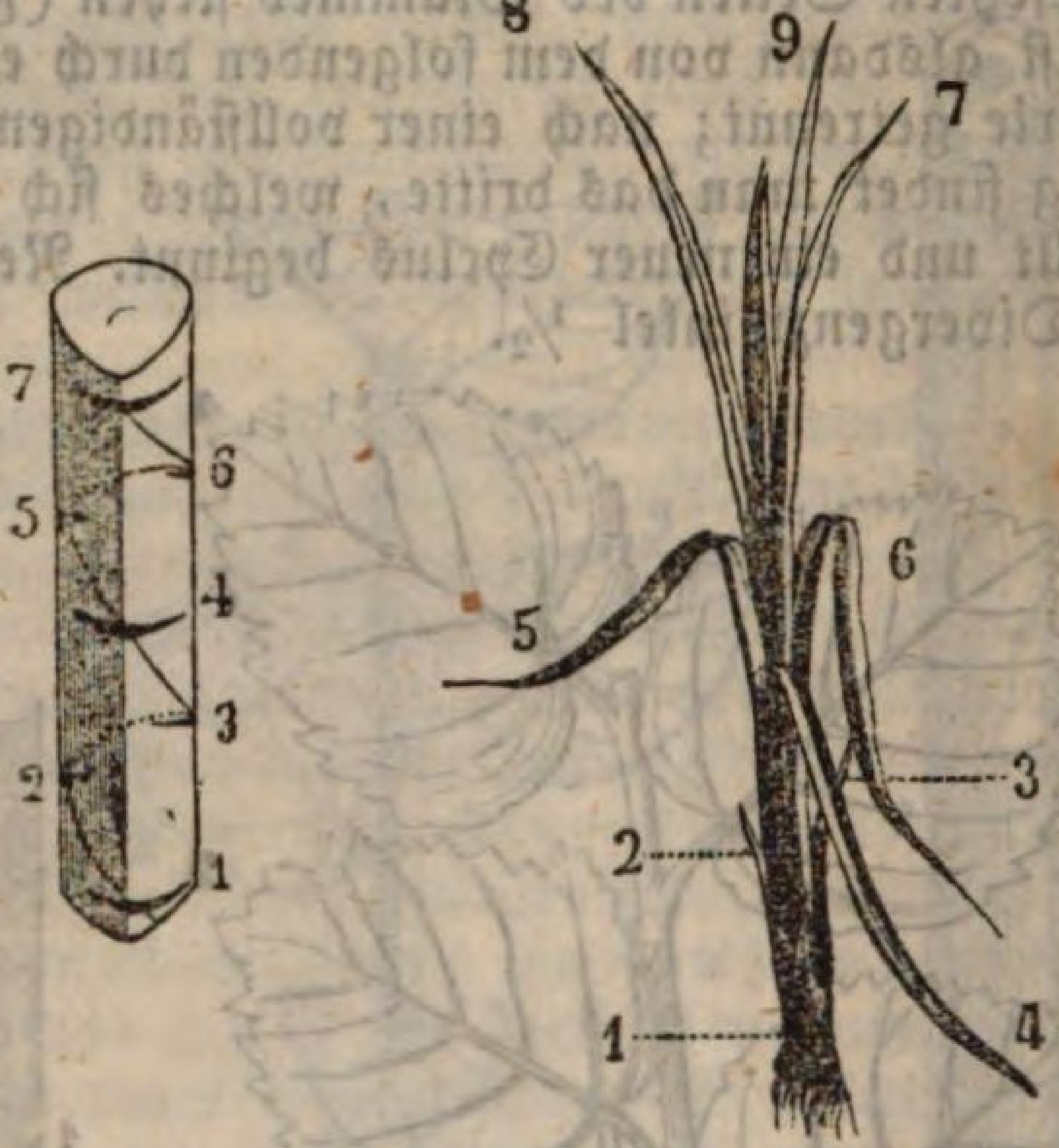


154.

§. 157. Ein weit seltnerer Fall ist der, den man an mehreren Cyperaceen beobachtet (Fig. 155), bei welchen drei Blätter auf einer Spiralwindung eingefügt sind und das vierte über dem ersten steht. Der Divergenzwinkel dieser **dreizeiligen** Blätter ist $1/3$.

§. 158. Alle so eben angegebenen Cyclen sind bei weitem nicht die gewöhnlichsten. Man trifft viel häufiger eine größere Menge von Blättern an, die auf eine größere Anzahl von Spiralwindungen vertheilt

154. Stück von einem Lindenzweige mit 4 Blättern, das heißt zwei Windungen, bei welchen die Divergenz $1/2$ ist. Man hat ein vergrößertes Stück von diesem Zweige daneben abgebildet mit der Spirale und den Narben, welche die Einfügungspunkte der Blätter ergaben. — *n* Knoten — *m* Zwischenknoten.



155.

sind; acht Blätter zum Beispiele auf 3 Spiralwindungen, 13 auf 5, 21 auf 8, oder mit andern Worten die Divergenzwinkel $^{3}/_{8}$, $^{5}/_{13}$, $^{8}/_{21}$, $^{13}/_{34}$ u. s. w. für zwei auf einander folgende Blätter. Wenn wir diese verschiedenen Brüche, auf welche uns die Beobachtung einer bedeutenden Zahl von Pflanzen unmittelbar geleitet hat, neben einander setzen:

$^{1}/_{2}$, $^{1}/_{3}$, $^{2}/_{5}$, $^{3}/_{8}$, $^{5}/_{13}$, $^{8}/_{21}$ u. s. w.

und sie unter einander vergleichen, so muß uns ein constantes Verhältniß auffallen, daß nämlich der Zähler eines jeden aus der Summe der Zähler; der Nenner hingegen aus der Summe der Nenner der beiden vorhergehenden Brüche bestehe; aus dem nämlichen Grunde würde man auch diesen Zähler und

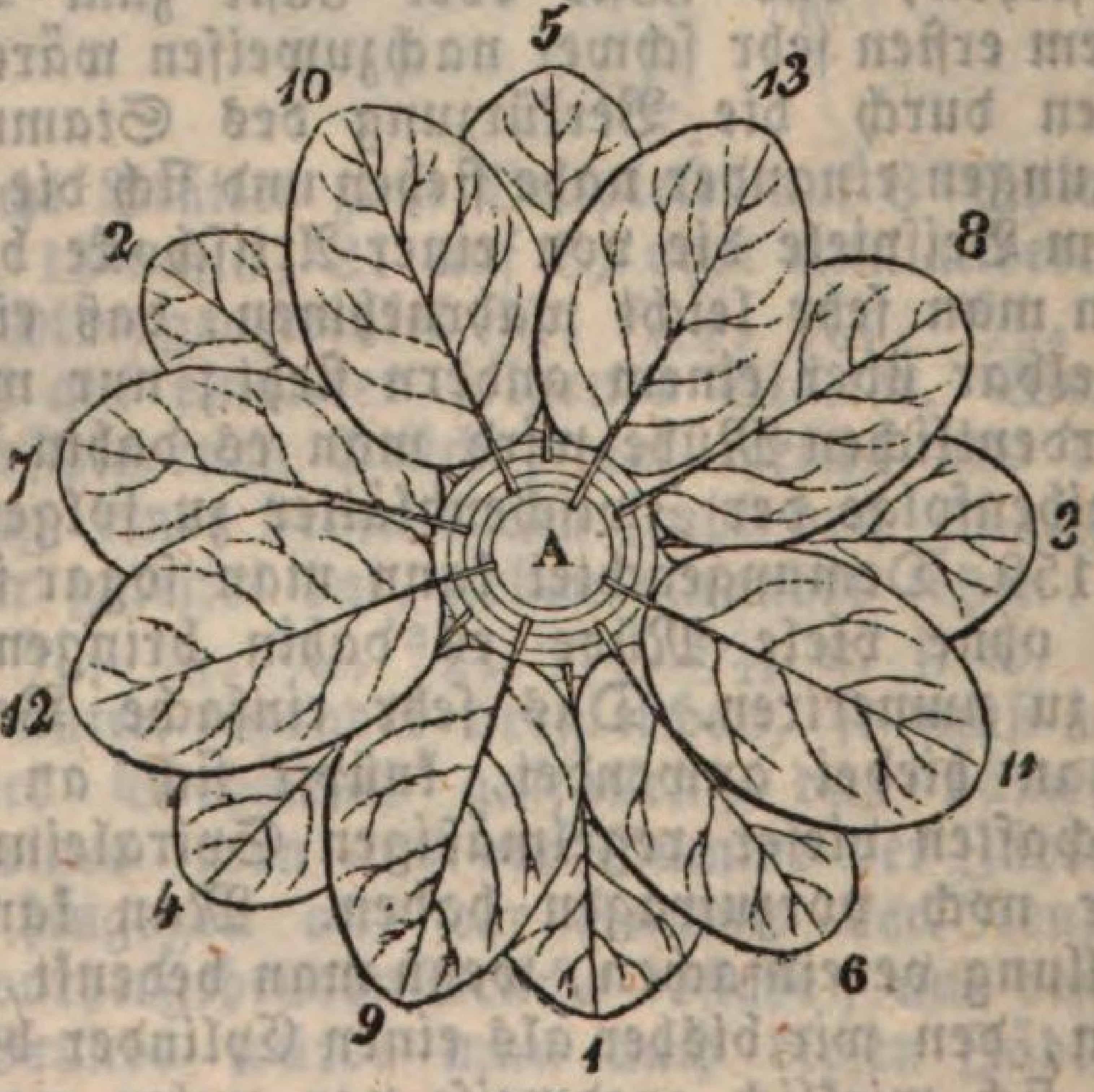
155. Junger Stock von einer Cypergrasart (Cyperus esculentus) mit dreizeiligen Blättern. — Daneben ist ein größeres Stück vom Stocke mit der Spirallinie und den Narben, welche die Einfügungen der Blätter angeben.

diesen Nenner durch die Differenz der zwei folgenden Brüche erhalten; nehmen wir zum Beispiele den Bruch $^3/_8$; er ist gleich $\frac{1+2}{3+5}$ oder $\frac{8-5}{21-13}$.

Wenn man dieses Gesetz auf die Bestimmung anderer möglichen Verbindungen anwendet und auf diese Weise die beiden Glieder der letzten schon bekannten Brüche addirt, so bekommen wir $^{13}/_{34}$ das uns durch ein neues, ähnliches Verfahren $^{21}/_{55}$, sodann $^{34}/_{89}$, $^{55}/_{144}$ gibt. Nun werden diese Zahlen, die uns eine so einfache Rechnung verschafft hat, gleichfalls durch die Beobachtung bestätigt; diese wird aber um so kitzlicher und ungewisser, je mehr die Zahlen steigen; es ist begreiflich, daß, wenn die Zwischenknoten etwas lang sind und die Blätter auf diese Weise in einer gewissen Entfernung von einander stehen, das 35ste oder 56ste zum Beispiele über dem ersten sehr schwer nachzuweisen wäre. Wenn hingegen durch die Verkürzung des Stammes die Einfügungen einander nahe stehen und sich die Blätter, wie zum Beispiele die von einer Artischocke berühren, so kann man sehr leicht wahrnehmen, daß ein Blatt unmittelbar über einem andern steht; nur mit einer außerordentlichen Mühe wird man es dahin bringen, der Reihenfolge der Zwischenblätter zu folgen.

§. 159. Demungeachtet kann man sogar in diesen Fällen ohne viele Mühe es dahin bringen, jedes Blatt zu numeriren. Das sehr einfache Verfahren, das man hiebei anwendet, knüpft sich an gewisse Eigenschaften dieser regelmäßigen Spiraleinrichtung, die wir noch vorzutragen haben. Man kann diese Darstellung vereinfachen, wenn man bedenkt, daß der Stamm, den wir bisher als einen Cylinder betrachtet haben, sich wirklich gradweise von unten nach oben verdünnt, und daß er ein außerordentlich verlängerter Konus ist; daß demnach die Spiralwindungen, die um denselben herumgehen, einen beständig abnehmen-

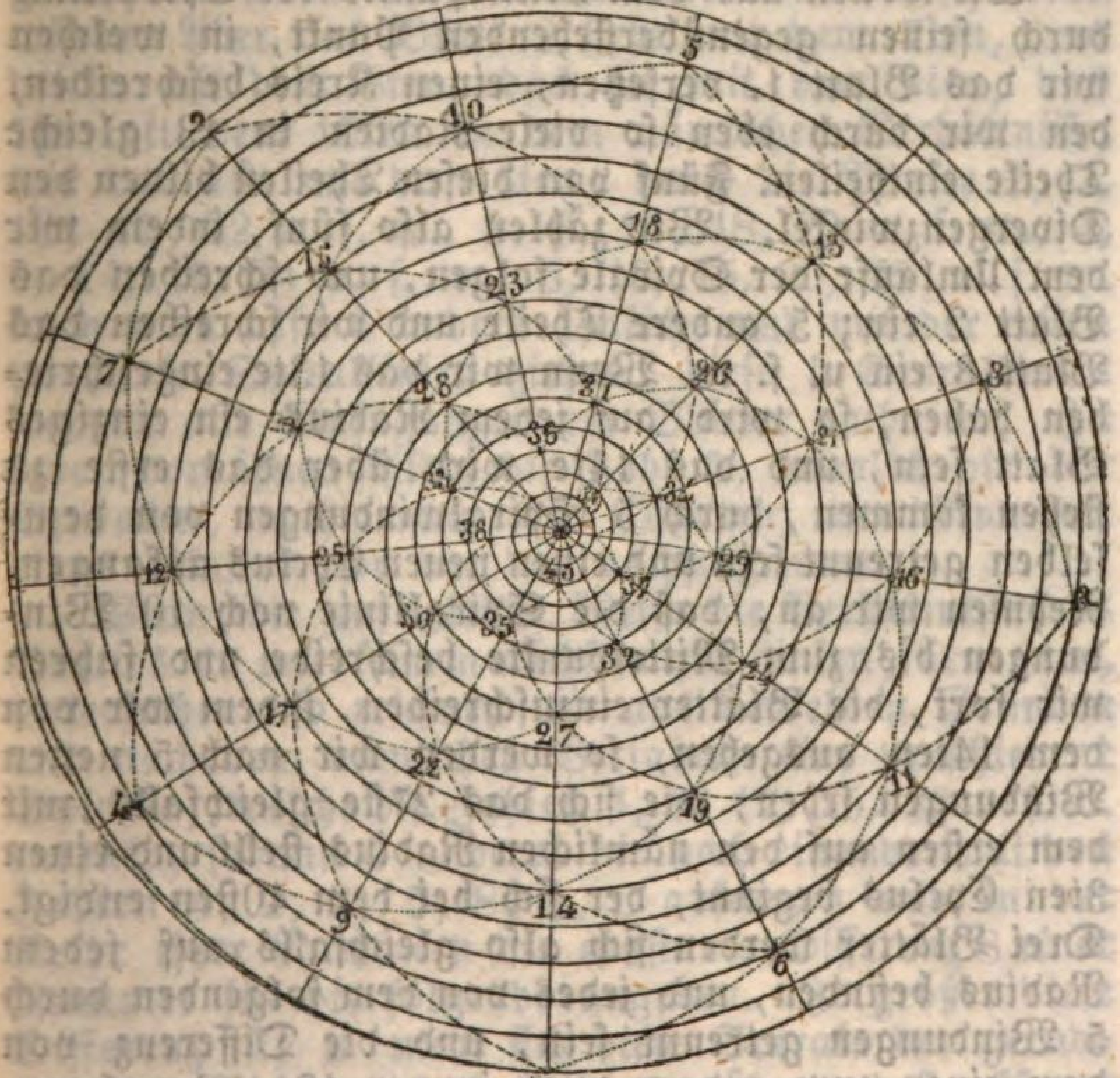
den Durchmesser haben; daß sie also nicht genau über einander liegen, wie die an einem elastischen Hosenträger, aber wohl wie die einer Uhrfeder, die man an ihrem unteren Ende in die Höhe zieht, daß wenn man die Achse außerordentlich kurz und beinahe in einer Ebene liegend annimmt, die Spirallinie zuerst die normale Lage der Uhrfeder annimmt, welche bei jeder Windung ihren Durchmesser verringert und sich so durch diese Reihe concentrischer Windungen beständig einem Mittelpunkte nähert, der das Ende der Achse vorstellt (Fig. 157). Bei dieser Anlage stellt der an dem Mittelpunktsende liegende Theil denjenigen vor, welcher der höchste wäre, wenn sich die Achse verlängerte. Der Theil, welcher sich am anderen Ende der Spirallinie befindet, stellt den niedrigsten vor; die Theile liegen also am weitesten nach außen, je



156.

156. Windung von 13 Blättern, die zu einer von oben gesehenen Rosette vereinigt sind. Auf der sehr kurzen Achse *A*, welche sie trägt, hat man 5 Spiralwindungen gezeichnet und den Ursprung eines jeden Blattes angezeigt.

niedriger sie auf der verlängerten Achse stehen. Dies ist nun durchaus keine leere Voraussetzung; in der Natur verwirklicht sich diese Anordnung sehr oft, wir sehen alsdann auf einem außerordentlich kurzen Stamme eine große Menge von Blättern, die in einen Büschel vereinigt sind, den man Rosette nennt (Fig. 156), wie z. B. an der blättrigen Hauswurz.



157.

157. Zeichnung auf einer Ebene von einer Spirallinie, die sich von der Rechten zur Linken windet, und 5 Cyclen, jeden zu 13 Blättern, enthält, die auf 5 Spiralwindungen eingefügt sind. — Die Nebenspirallinien, die rechts durch die Nummernreihen von 5 zu 5 und links durch die von 8 zu 8 gebildet sind, sind durch punktirte Linien angegeben.

Wir wollen nun auf das Papier eine solche Spirallinie (Fig. 157) zeichnen und um diese Darstellung zugleich deutlich und vollständig zu machen, einen Cyclus nehmen, der aus einer Anzahl von Blättern und Spiralwindungen besteht, die weder zu hoch noch zu niedrig sind; z. B. die $^5/_{13}$ Verbindung, die überdies eine der verbreitetsten in der Natur ist.

Wir wollen aus dem Mittelpunkte der Spirallinie durch seinen gegenüberstehenden Punkt, in welchen wir das Blatt 1. versetzen, einen Kreis beschreiben, den wir durch eben so viele Radien in 13 gleiche Theile eintheilen. Fünf von diesen Theilen bilden den Divergenzwinkel. Wir zählen also fünf, indem wir dem Umlaufe der Spirale folgen, und schreiben das Blatt 2 ein; 5 andere Theile und wir schreiben das Blatt 3 ein u. s. w. Wenn wir das 13te eingeschrieben haben, so wird auf jedem Radius ein einziges Blatt sein, und das 14te wird über das erste zu stehen kommen, durch 5 Spiralwindungen von demselben getrennt sein und einen neuen Cyclus anfangen. Nehmen wir an, daß die Spirallinie noch 10 Windungen bis zum Mittelpunkte beschreibe und fahren wir fort, die Blätter einzuschreiben, indem wir von dem 14ten ausgehen, so werden wir nach 5 neuen Windungen sehen, wie sich das 27ste gleichfalls mit dem ersten auf den nämlichen Radius stellt und einen 3ten Cyclus beginnt, der sich bei dem 40sten endigt. Drei Blätter werden sich also gleichfalls auf jedem Radius befinden, und jedes von dem folgenden durch 5 Windungen getrennt sein, und die Differenz von dem einen zum andern wird immer 13 ausmachen.

Aber jedes steht zu gleicher Zeit in gewissen Verhältnissen mit den Blättern, die so nahe als möglich rechts oder links von ihm liegen; so zum Beispiele das erste Blatt mit dem 6ten zur Rechten, und da unter allen Blättern jedes ohne Unterschied zum Ausgangspunkt genommen werden kann, so steht dieses

6te, das genau mit dem 11ten auf dem Radius zu seiner Rechten liegt, in dem nämlichen Verhältnisse, wie das erste in Beziehung auf sich selbst; das 11te in dem nämlichen Verhältnisse mit dem 16ten, das 16te mit dem 21sten, das 21ste mit dem 26sten u. s. w., so daß, wenn man eine Linie durch diese Reihe von Punkten 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36 zieht, sie gleichfalls einen Theil einer Spirallinie beschreiben würde. Aber das Blatt 2 steht mit dem 7ten, das dritte mit dem 8ten, das 4te mit dem 9ten, das 5te mit dem 10ten in dem nämlichen Verhältnisse, wie das 1ste mit dem 6ten; durch die Punkte 2, 7, 12, 17, 22 u. s. w., 3, 8, 13, 18, 23 u. s. w., 4, 9, 14, 19, 24 u. s. w., 5, 10, 15, 20, 25 u. s. w. kann man also 4 andere ähnliche und mit der ersten parallele Spirallinien ziehen; diese 5 Spirallinien werden alle Einfügungen der Blätter enthalten. In jeder von ihnen bildet die Zahl 5, nämlich die der Spiralen, nothwendig die Differenz der Nummer eines Blattes von der des nachfolgenden.

Wenn wir auf gleiche Weise die Verhältnisse des Blattes 1. mit seinem nächsten zur Linken, dem 9ten, untersuchen, so zeichnen wir aus denselben Gründen und nach dem nämlichen Verfahren eine verschiedene Spirale, welche die Zahlen 1, 9, 17, 25, 33 u. s. w. enthält; sodann 7 andere, die nach einander mit den Zahlen 4, 7, 2, 5, 8, 3, 6 anfangen und in der Reihe ihrer Nummern die constante Differenz 8 einer Nummer für die folgende angeben. Je größer diese Differenz ist, je mehr sich diese Spirale der geradlinichten Richtung des Radius nähert, desto kürzer ist der Weg, um zum Mittelpunkte zu kommen.

Wir haben also eine erste Spirallinie, die man primitive oder erzeugende nennt und welche durch die Blätter 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. geht, das heißt in ihrer auf einander folgenden Höhenreihe auf dem Stamme; wir haben überdies mehrere Neben-

spirale, wovon die einen parallel unter sich von der Rechten zur Linken, das heißt in gleicher Richtung mit der primitiven, die andern parallel von der Linken zur Rechten, das heißt, in umgekehrter Richtung gehen. Nun sind diese letztern der Zahl nach 5, und dies ist gerade die Zahl, welche die Differenz der Nummer irgend eines auf einer von diesen Spiralen genommenen Blattes zwischen der Nummer des folgenden Blattes anzeigt, genau die Zahl des Zählers des Bruches, der den Divergenzwinkel ($^5/_{13}$) in dem erzeugenden Bruche angibt. Auf der andern Seite sind in umgekehrter Richtung die laufenden parallelen Nebenspirale der Zahl nach 8, welche, zu der ersten Zahl 5 addirt, 13 oder den Nenner eben desselben Bruches gibt.

Man begreift jetzt, daß, wenn man es dahin bringt, die Zahl der parallelen Nebenspirallinien nach einer Richtung hin, sodann nach der andern hin zu zählen, man den Divergenzwinkel kennt. Die kleinere von diesen beiden Zahlen ist der Zähler, die Summe der beiden Zahlen ist der Nenner. Man sieht auch ein, daß man alle Blätter leicht numeriren kann; denn wenn man (unter beständiger Annahme des gegenwärtigen Falles, nämlich den, wo der Divergenzwinkel $^5/_{13}$ ist) irgend ein beliebiges Blatt als Ausgangspunkt annimmt und mit 1 bezeichnet, so kann man hintereinander mit 6, 11, 16 u. s. w. die folgenden auf der Nebenspirale zur Rechten, und mit 9, 17, 26 u. s. w. die folgenden auf der Spirale zur Linken bezeichnen, und ist einmal ein Blatt auf einer Spirale numerirt, so erhält man alle andere mit der nämlichen Leichtigkeit, weil man nur die Zahl 5 oder 8 zu addiren braucht, wenn man sie nach der Reihe von unten nach oben bezeichnet und sie abzuziehen hat, wenn man sie von oben nach unten einschreibt.

§. 160. Ist es denn aber wirklich leichter, die

Zahl der Nebenspiralen zu bestimmen, als der ursprünglichen Spirale? Diese bemerkt man deutlicher, wenn die Blätter auf der mehr oder weniger langen Achse etwas entfernt stehen; sie verschwindet, wenn die Blätter auf einer sehr kurzen Achse sehr enge beisammen stehen, so daß es äußerst schwer wird, ihre relative Höhen zu bestimmen. In allen diesen Fällen aber zeichnen sich die Nebenspirale sehr deutlich ab; um sich davon zu überzeugen, darf man seinen Blick nur auf eine Rosette werfen, die aus einer großen Anzahl von Blättern besteht, wie z. B. die Hauswurzen vor der Entwicklung ihres Stammes und besonders die, welche man in den Treibhäusern unter dem Namen Sempervivum tabulare zieht. Unsere Zeichnung in der Figur 156 findet sich in solchen Rosetten bis auf den Divergenzwinkel beinahe verwirklicht, der nach den verschiedenen Arten verschieden sein kann. Wir finden ferner, obschon auf einer verlängerten Achse, taugliche Beispiele an den Zapfen der immergrünen Bäume, die aus einer Menge anstehender Schuppen bestehen, welche eben so viele Blätter vorstellen und sich an ihren Grundflächen so decken, daß es unmöglich ist, äußerlich ihre Einfügungspunkte anzugeben. Auf den ersten Blick bemerkt man aber Reihen von Schuppen, die nach sehr schiefen und parallelen Spiralen (Fig. 158) die einen rechts, die andern links fortlaufen, Spiralen, die man leicht nach der einen und der andern Richtung zählen kann, und erhält auf diese Weise unmittelbar den Divergenzwinkel der erzeugenden Spirale, die man nicht sieht. So zeigt der Zapfen einer Fichtenart (pinus alba) genau die Verbindung $^5/_{13}$, die uns zu unserer Darstellung gedient hat (Fig. 158). Hätten wir den von pinus picea genommen, so hätten wir 8 Nebenspirale nach der einen und 13 nach der andern Richtung gefunden und hätten daraus geschlossen, daß der Divergenzwinkel $\frac{8}{13+8} = \frac{8}{21}$ sei.

158.

Die Aufgabe könnte übrigens auf verschiedene andere Arten gelöst werden; so bekommt man, wenn man unmittelbar die geradlinichten Reihen wahrnehmen und sie zählen kann, den Nenner des Divergenzwinkels, und ist dieser einmal bekannt, so weiß man auch den Zähler, der ihm in der Reihe der Brüche entspricht, welche die gewöhnlichsten Divergenzen angeben.

§. 161. Wir haben nur von zwei Nebenspiralen gesprochen, von den zweien, welche am sichtbarsten und der Vertikallinie am nächsten sind; es ist aber klar, daß es eine große Menge anderer geben müsse, weil jede Linie, welche durch eine Reihe von Nummern geht, die von der einen zur andern eine constante Differenz haben, eine Spirale ist, so zum Beispiele die, welche durch 1, 4, 7 u. s. w. oder durch 1, 11, 21 u. s. w. gehen würde.

§. 162. Die erste Spirale kann von der Rechten zur Linken, oder umgekehrt gehen. Man hat untersucht, ob dieser Gang eine constante Richtung entweder an einer gegebenen Pflanze oder an gewissen Zweigen in Beziehung auf gewisse andere einer und derselben Pflanze habe. Man hat sie in gewissen Fällen nachgewiesen, in den meisten aber keine gefunden. Dem sei nun wie ihm wolle, wenn zwei

158. Zapfen der Pinus alba, auf welchem man die Schuppen nach ihrer relativen Höhenordnung numerirt hat. Man hat durch eine Reihe von Punkten eine geradlinichte Reihe und zwei Nebenspirale bezeichnet, wovon die eine von der Linken zur Rechten, die andere in umgekehrter Richtung geht.

Zweige a und b gegeben sind, wovon der zweite auf dem ersteren steht, so steht das erste Blatt von b in Beziehung auf das von a, aus dessen Achsel der Zweig entsteht, so, daß dieses die Spirallinie von b beginnt. Aber bald windet sich diese Spirallinie von b nach der nämlichen Richtung mit der von a, in welchem Falle man sagt, daß sie gleichlaufend (homodrom) sei (ὁμὸς, ähnlich; δρόμος, Lauf). Bald windet sie sich in entgegengesetzter Richtung und wird alsdann ungleichlaufend (heterodrom) genannt (ἕτερος, verschieden).

Im Allgemeinen bemerkt man nur dann etwas Constantes sowohl in der Richtung der Spirale oder in dem Divergenzwinkel, wenn die Glieder des Bruches, der jenen bezeichnet, sehr schwache Zahlen, $^1/_2$, $^1/_3$, höchstens $^1/_5$ sind. Darüber hinaus, geht oft ein Cyclus in die benachbarten Cyclen über, und die Richtung der Spirale von der Linken zur Rechten, oder umgekehrt, wird fast ohne Unterschied auf Zweigen angetroffen, die aus einem und demselben Aste entstehen, und die bisweilen auf einem und demselben Zweige wechselt. Die Ursachen dieser Richtungsveränderungen sind noch nicht vollkommen angegeben worden. Was die häufige Unterschiebung eines Cyclus für einen andern anbetrifft, so findet sie eine ziemlich einfache Erklärung in der Vergleichung der verschiedenen Divergenzwinkel, welche sich zuletzt äußerst wenig von einander unterscheiden. Denn wenn wir sie in Graden und Minuten ausdrücken, so sehen wir, daß, wenn man von $^5/_{13} = 138^\circ\ 24'$ ausgeht, alle andere 137° nebst einer Anzahl Minuten haben, die, indem sie ein wenig variirt, sich immer mehr der Zahl 30 nähert und endlich kaum von derselben differirt. Nun weiß man, was einige Minuten auf einer so kleinen Peripherie, wie die eines Zweiges ist, heißen wollen; die geringste Abweichung, mag sie nun

von einer ganz unbedeutenden Drehung des Stammes herrühren, die häufig in der Natur stattfindet oder aus einem unwahrnehmbaren oft unvermeidlichen Irrthum in der Beobachtung entspringen, verändert um diese wenige Minuten die Divergenz und schiebt also einen Cyclus dem andern untern. Auch betrachtet Bravais diese verschiedenen Stellungen der Blätter auf einer stetigen Spirale als bloße Veränderungen einer einzigen Anordnung, bei welcher der Differenzwinkel constant ist. Dieser Winkel wäre 137° 30′ 28″ und irrational mit der Peripherie, d. h. er könnte sie nie, so oft man ihn auch zu sich selbst addirte, ganz genau dividiren, und demnach nie ein Blätt ganz genau in gerader Linie über ein anderes bringen. Die Blätter 6, 9, 14, 21, 35, 56 u. s. w., von denen wir in der Reihe der beobachteten Cyclen gesehen haben, daß sie sich über das Blatt 1. stellen würde, sich wirklich nicht ganz genau auf der vertikalen Linie befinden, die durch die Einfügung des Blattes 1. geht, sondern abwechselnd auf den beiden Seiten dieser Linie und sich immer mehr derselben nähern, ohne sie jemals erreichen zu können.

Bravais unterscheidet also die Blätter, die er in Beziehung auf ihre Stellung auf dem Stamme betrachtet in zwei große Klassen: erstens die krummlinicht gereihten Blätter, d. h. diejenigen, welche, da sie nie in einer Reihe auf eine und dieselbe gerade Linie über einander gebracht werden können, eine unbestimmte krumme Linie beschreiben; zweitens die geradlinicht gereihten, d. h. diejenigen, deren Divergenz ein ein- oder mehrmal genommener Theil der Peripherie ist und welche demnach nothwendig übereinander gestellt sind und auf diese Weise längs dem Stamme hin geradlinichte Reihen bilden; davon haben wir mehrere Beispiele an den zweizeiligen oder dreizeiligen Blättern gesehen, deren Divergenz die Hälfte oder das Drittel der Peripherie ist.

§. 163. Wir haben die Divergenzwinkel angeführt, welche gewöhnlich in den spiralförmigen Reihen vorkommen und von denen sich, wie wir so eben gesehen haben, alle 137° nähern. Manchmal findet man ganz verschiedene, wie $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{14}$ u. s. w., die, wie man leicht bemerken wird, eine Reihe bilden, welche derjenigen, deren Eigenschaften wir untersucht haben, darin ähnlich ist, daß man sie durch Additionen der Zähler und Nenner erhalten kann. Wir wollen uns bei dieser neuen Reihe und bei noch zwei andern, welche durch Beobachtung gleichfalls entdeckt worden sind, nicht aufhalten, denn dies sind Fälle, die zu selten vorkommen, als daß man sie nicht zu den Ausnahmen zählen dürfte. Der Schüler muß indessen doch davon in Kenntniß gesetzt werden, um Verwirrung und Zweifel zu vermeiden, wenn er etwa bei seinen Forschungen auf eine von diesen ungewöhnlichen Blattverbindungen stoßen sollte.

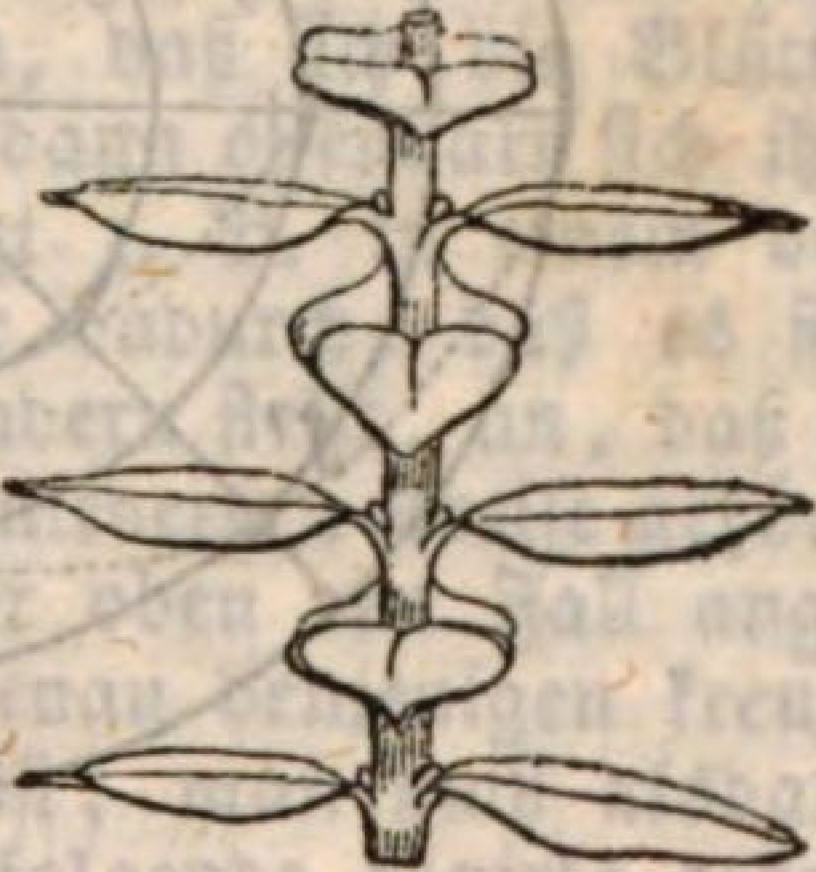
Bravais macht darauf aufmerksam, daß diese Divergenzveränderungen Statt haben müßten, wenn alle Blätter verschwänden, die auf einer von den Nebenspiralen entstehen, und daß man die und die oder irgend eine andere Veränderung nach derjenigen von diesen Spiralen bekommen würde, welche weggeschafft wäre. Dies ist keine Annahme in den Tag hinein und dieser Fall findet bisweilen wirklich Statt. So haben die Stämme von gewissen sehr jungen Cactus eine Gestalt, die ganz von derjenigen verschieden ist, die sie später zeigen. Sehr abgerundet bei ihrem ersten Entstehen sind die Blätter oder vielmehr die kleinen Haufen von Stacheln, die an ihrer Stelle stehen, nach einer gewissen Anzahl von Spiralen geordnet, wovon man mehrere stille stehen und etwas weiter oben ganz aufhören sieht, während der Stamm zu gleicher Zeit die Gestalt eines Prisma oder einer gekerbten Säule annimmt, deren ausspringende Winkel die Zahl der Reihen der bleibenden Blätter an-

geben, und wenn sich diese Reihen sogar auf zwei reduziren, so plattet sich der Stamm gänzlich ab (Cactus phyllanthus).

§. 164. **Gegenständige Blätter.** — Wir wollen jetzt die Fälle untersuchen, in welchen jeder Knoten mehrere Blätter trägt. Wenn es nur zwei sind, die auf diese Weise in gleicher Höhe einander gegenüber entstehen, so sagt man, sie seien gegenständig, ist deren eine größere Anzahl vorhanden, so heißen sie quirlig oder wirtelig und das Ganze dieser Blätter, die auf diese Weise kreisförmig um den Stamm herum gruppirt sind, heißt Quirl oder Wirtel. Gewöhnlich sind die Blätter eines und desselben Quirls unter sich durch gleiche Zwischenräume getrennt, und demnach der Bogen, der zwischen zwei benachbarten Blättern liegt, der Peripherie gleich, welche durch die Blattzahl der Quirle dividirt wird, einer halben Peripherie, wenn zwei gegenständige Blätter, einem Drittel, wenn drei gegenständige Blätter da sind, u. s. w. Ein anderes fast allgemeines Gesetz ist folgendes, daß sich die Blätter eines Quirls nicht über die des untern Quirls stellen, sondern in den Zwischenraum derselben, der bald der einen Seite näher ist als der andern, bald genau in der Mitte steht.

§. 165. In diesem letzteren Falle müssen natürlicher Weise die Quirle paarweise über einander stehen und wenn die Blätter bloß gegenständig sind, so wird das obere Paar das untere in einem rechten Winkel kreuzen. Diese Stellung wird Kreuzständigkeit genannt, und die Blätter, welche diese Kreuzständigkeit zeigen, heißen kreuzständig (folia decussata Fig. 159). Das Ganze der Blätter des Stammes zeigt sich alsdann auf vier geradlinichten Reihen. Wenn es Quirle mit drei Blättern gäbe (Fig. 160), so stünden sie in sechs Reihen; mit vier in acht Reihen. Alle diese Verbindungen gehören augen=

159.



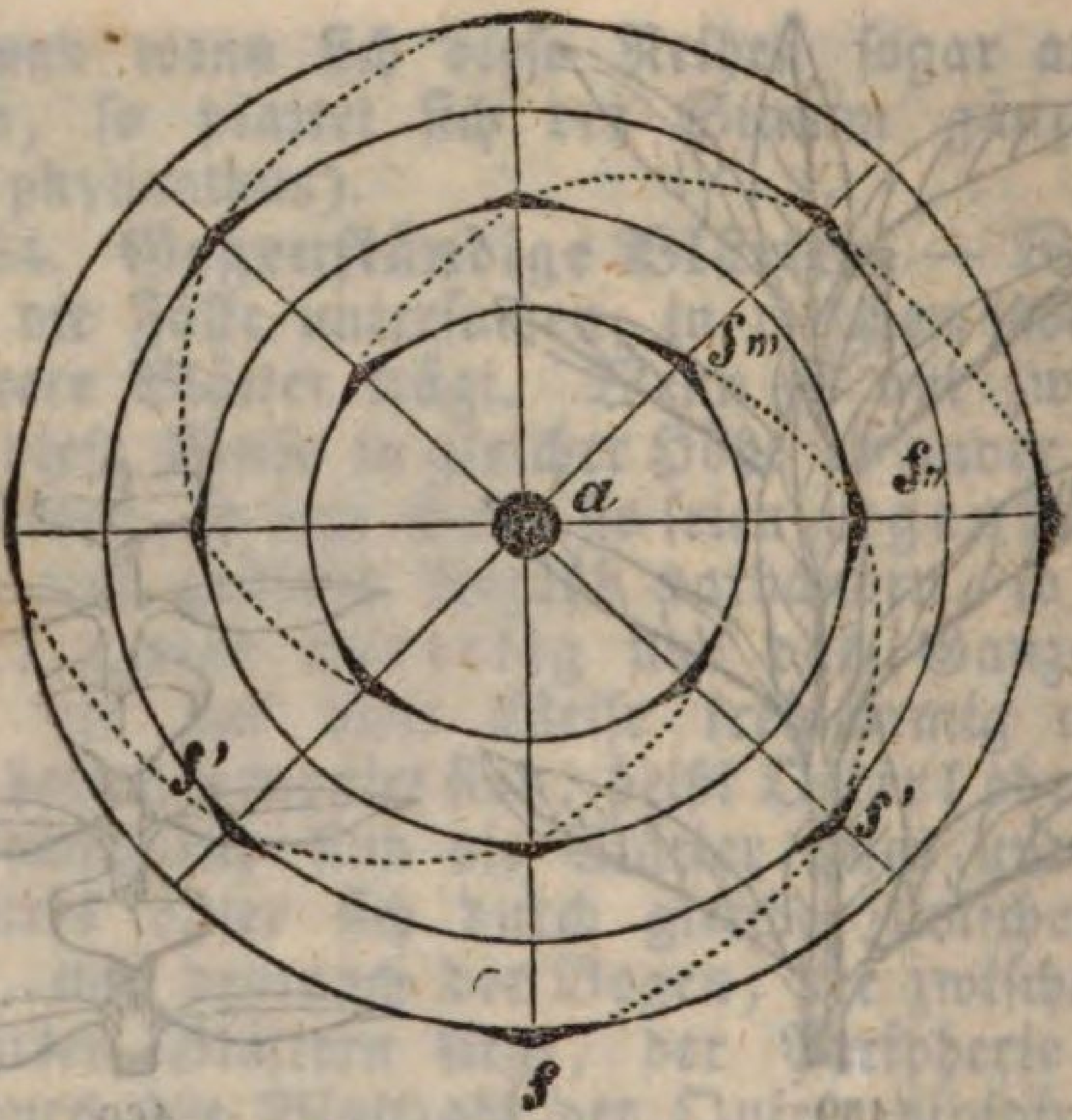
160.

scheinlich in Bravais' Klasse der geradlinicht gereihten Blätter.

Hier haben wir statt einer einzigen, stetigen Spirallinie eine Folge von obenstehenden Kreisen (Fig. 161). Da ein gegebenes Blatt f in einem gewissen Verhältnisse zu den beiden Blättern f′f′ steht, die sich unmittelbar über demselben befinden, da eines von diesen, das rechte zum Beispiele, ebenfalls in dem nämlichen Verhältnisse zu seinem rechts über ihm stehenden f″ u. s. w. steht, so muß man nothwendig, wenn man eine Linie durch diese Blätter zieht, eine um den Stamm a gerollte Spirallinie bekommen. Man könnte eine ähnliche aus jedem der andern Blätter des Quirls ausgehen lassen und es werden eben so viele parallele Spirale daraus entstehen, die denjenigen ähnlich sind, die wir in dem Falle mit den wechselständigen Blättern Nebenspirale nannten.

159. Kreuzständige Blätter von der Pimelaea decussata.

160. Blätter der Lysimachia vulgaris mit drei Quirlblättern. Die Quirle stehen genau paarweise über einander



161.

Wenn es am Platze ist, hier die Divergenz von zwei auf einander folgenden Blättern durch Anwendung der Regel zu bestimmen, durch welche man sie für den Fall der wechselständigen Blätter (§. 161), das heißt, nach einem Bruche, erhält, der zum Zähler die Zahl der parallelen Spirallinien und zum Nenner die der geradlinichten Reihen hat, so ist klar, daß hier die Zahl der Blätter eines einzigen Quirls immer die Hälfte des zweiten, das heißt, die Zahl der Blätter von zwei auf einander folgenden Quirlen ist und demnach wäre in allen Fällen, wo die Blätter in irgend einer beliebigen Zahl quirlartig sind, die Divergenz von zwei auf einander folgenden $1/2$ oder die Hälfte der Peripherie. Dieses numerische Resultat

161. Projection von vier Quirlen, die von zwei zu zwei einander entgegengesetzt sind und wovon jeder aus vier Blättern besteht. Die geradlinichten Reihen sind durch Radien bezeichnet, die parallelen spiralförmigen durch punktirte Linien. Natürlicher Weise würden sie die nämlichen von der Rechten zur Linken sein, als man sie hier umgekehrt abgebildet hat.

scheint anzuzeigen, daß jeder Quirl aus der Gegenständigkeit der paarweisen Blätter fließt und daß bei demjenigen, der mehr als zwei Blätter hat, wenn man eines von ihnen zum Ausgangspunkte annimmt, das zweite, nicht das zunächst befindliche, sondern vielmehr das geradezu entgegengesetzte ist. Man sieht auch wirklich gar nicht selten, daß sich die Blätter eines Quirls trennen und alsdann offenbart sich ihre binäre Verbindung. So zeigt z. B. in einem von diesen drei Blättern das eine dadurch, daß es sich über oder unter die beiden andern stellt, an, daß es wirklich zu einem höheren oder niederern Kreise gehöre.

§. 166. Wir haben weiter oben den Fall angegeben, wo ein Quirl nicht genau denjenigen kreuzt, welcher über oder unter ihm ist; man muß alsdann durch mehrere auf einander folgende Quirle gehen, um einen zu finden, der unmittelbar über dem ersten steht. So stehen z. B. in vielen Nelkenblumenarten die gegenüberstehenden Blätterpaare nur von fünf zu fünf übereinander, so daß man, wenn man ein Blatt zum Ausgangspunkt nimmt, vorher acht zählen muß, bevor man eines findet, das mit demselben auf der nämlichen Vertikallinie steht. Bei sorgfältiger Untersuchung ihrer Verhältnisse findet man, daß sich diese Verbindung mehr den Combinationen der wechselständigen Blätter nähert, die auf einer stetigen Spirale eingefügt sind, und daß man, wenn man die Achse so verkürzt, daß die Blätter in einer Rosette liegen, ungefähr die nämliche erhalten würde, wie die mit acht Blättern, welche die $^3/_8$ Divergenz hat. Man wird auch wirklich häufig sehen, daß zwei Blätter von diesen Nelkenblumenarten, anstatt einander geradezu entgegengesetzt zu sein, auf der nämlichen Seite des Stammes in etwas abweichen, wie wenn ihre Divergenz geringer als $^1/_2$ oder $^4/_8$ des Umfangs betrüge.

§. 167. Der Uebergang der Gegenständigkeit zur

Wechselständigkeit der Blätter ist nicht sehr selten. Man findet ihn z. B. bisweilen an der Myrte, an dem Ochsenmaule u. s. w. Andere blattgegenständige Pflanzen zeigen oft diese Trennung an dem Ende ihrer Zweige, wenn sich diese sehr schnell verlängern. Es ist also gar wohl möglich, daß zwischen diesen zwei Klassen von Blättern keine so wesentliche Verschiedenheit stattfindet, als man zu glauben geneigt sein möchte. Demungeachtet ist die relative Lage der Blätter im Allgemeinen bei den meisten Pflanzenarten zu constant, als daß sie als ein Erkennungsmerkmal angenommen werden könnte. Natürlich darf man die Modifikationen nur auf diese Weise anwenden, die nicht leicht einem Wechsel unterworfen sind; man beschreibt z. B. Blätter als kreuzständig, wechselständig, zweizeilig, dreizeilig u. s. w. Man könnte bisweilen weiter geben und die $^2/_5$ Divergenz der Blätter würde gewisse Bäume noch ziemlich deutlich charakterisiren; wir haben aber gesagt, daß sie in höheren Ziffern oft in dem nämlichen Baume von dem einen zum andern übergeht. Man sieht die Dienste leicht ein, welche die Kenntniß dieser Gesetze leisten kann, wenn man sie an den meisten Pflanzen bestimmt und studirt haben wird. Wenn man nur Aeste mit Blättern, oder sogar ohne Blätter, die bloß durch Narben die Stelle bezeichnen, woran jene standen, zur Verfügung hat, wenn man einen fossilen Abdruck bestimmen will, so kann man hier zu Lösung eines sonst unzugänglichen Problems einige Elemente finden.

§. 168. Die monokotyledonischen Pflanzen, deren erste Blätter nothwendig wechselständig sind, behalten später diese Stellung. Man führt eine sehr geringe Anzahl mit gegenständigen und quirlförmigen Blättern an, aber auch in diesem Falle ist es leicht nachzuweisen, daß sie nicht genau in der gleichen Höhe entstehen.

Bei den dikotyledonischen Pflanzen behalten die

Blätter oft die Gegenständigkeit, die man schon in ihren Kotyledonen bemerkte; oft verlieren sie dieselbe auch und diese Veränderung wird entweder unmittelbar in den ersten, aus den Knöspchen entwickelten Blättern oder nach und nach bewirkt. Alle Pflanzen aus gewissen Familien haben ohne Ausnahme gegenständige oder wechselständige Blätter und bisweilen sogar andere secundäre Modifikationen. So haben alle lippenständigen Pflanzen kreuzständige; die meisten aus dem Lindengeschlechte zweizeilige Blätter u. s. w. Man findet auch bei den akotyledonischen Pflanzen wechselständige und gegenständige Blätter. Gewisse baumartige Farnkräuter könnten als Pflanzen angeführt werden, welche vielleicht die regelmäßigsten Quirle im ganzen Pflanzenreiche haben.

Uebrigens zeigen die drei großen Pflanzenklassen in der spiralförmigen Stellung ihrer Blätter die nämlichen Verbindungen. Es gibt jedoch einige, welche in der einen seltener als in der andern sind; so wird die Divergenz $\frac{1}{5}$ nicht leicht bei den dikotyledonischen Pflanzen angetroffen, während eine ziemlich große Menge monokotyledonischer Pflanzen dieselbe hat.

§. 169. Wir haben behauptet, daß die Blätter nicht immer vollständig seien und auf einen ihrer Theile reduzirt werden können. Da der Saum die größten Dimensionen hat und man gewohnt ist, ihn für das Blatt selbst anzusehen, so haben sie, wenn er sich nicht entwickelt, ein ganz anderes Aussehen und man fühlt sich versucht, ihnen nicht mehr diesen Namen zu geben. Ihre seitenständige Stellung auf dem Stamme aber hilft dazu, sie als solche anzuerkennen und alsdann kann man, wenn man in der Anordnung dieser so sehr verhüllten Organe die Gesetze auffindet, welche auf die relative Stellung der Blätter einwirken, keinen Zweifel über ihre eigentliche Natur haben. Wenn man auf diese Weise

auf der Spargel kleine Schuppen (Fig. 111, f) bemerkt, welche auf dem Stamme eingefügt und spiralförmig gestellt sind, so steht man gar nicht an, die Vermuthung zu hegen, daß es Blätter seien, die auf ihren blattscheideartigen Theil reduzirt sind. Werden sie auf diese Art durch die Scheide allein oder durch den Blattstiel, oder vielmehr durch eine einfache und kurze Verlängerung des Büschels, der die Mittelnerve gebildet hat, dargestellt, so ist die Form kleiner Anhängsel, die zu einer Schuppe verdickt oder zu einer Haut verdünnt oder zu einem Fädchen verengt wurden, diejenige, die sie in den meisten Fällen annehmen. Wir werden später sehen, daß sie dieselbe oft in der Nähe der Blüten zeigen.

auf der Spargel kleine Schuppen (Fig. 111, f) bemerkt, welche auf dem Stamme eingefügt und spiralförmig gestellt sind, so steht man gar nicht an, die Vermuthung zu hegen, daß es Blätter seien, die auf ihren blattscheideartigen Theil reduzirt sind. Werden sie auf diese Art durch die Scheide allein oder durch den Blattstiel, oder vielmehr durch eine einfache und kurze Verlängerung des Büschels, der die Mittelnerve gebildet hat, dargestellt, so ist die Form kleiner Anhängsel, die zu einer Schuppe verdickt oder zu einer Haut verdünnt oder zu einem Fädchen verengt wurden, diejenige, die sie in den meisten Fällen annehmen. Wir werden später sehen, daß sie dieselbe oft in der Nähe der Blüten zeigen.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Beudant, François S. / Kißling, Georg Matthias, / Beudant, François S.,

Populäre Naturgeschichte der drei Reiche vollständig in zwölf Bänden mit mehr als tausend getreuen Abbildungen

Bd.: 9

Stuttgart 1844

81.86226-9/11,1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10993312-1